

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

20.5.99

To:

OSHIDA, Yoshihisa
Ginza Building
3-12, Ginza 3-chome
Chuo-ku
Tokyo 104-0061
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 05 May 1999 (05.05.99)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 30P99014	International application No. PCT/JP99/01944

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD. (for all designated States except US)
AOKI, Masaaki et al (for US)

International filing date : 13 April 1999 (13.04.99)
Priority date(s) claimed : 14 April 1998 (14.04.98)
Date of receipt of the record copy
by the International Bureau : 26 April 1999 (26.04.99)
List of designated Offices :

EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE
National : CA, CN, JP, KR, US

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
☒ confirmation of precautionary designations
☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

K. Takeda

Telephone No. (41-22) 338.83.38

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

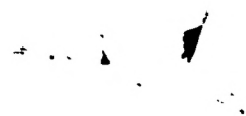
For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.



PATENT COOPERATION TREATY

PTO/PCT Rec'd 14 DEC 1999

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

OSHIDA, Yoshihisa
Ginza Building
3-12, Ginza 3-chome
Chuo-ku
Tokyo 104-0061
JAPON

- 5. 7. 99

Date of mailing (day/month/year) 29 June 1999 (29.06.99)	
Applicant's or agent's file reference 30P99014	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP99/01944	International filing date (day/month/year) 13 April 1999 (13.04.99)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 14 April 1998 (14.04.98)
Applicant SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk (*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
14 April 1998 (14.04.98)	10/121781	JP	25 June 1999 (25.06.99)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer Juan Cruz Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	--

PATENT COOPERATION TREATY

WO 99/52427
PCT/JP99/01944

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

OSHIDA, Yoshihisa
Ginza Building
3-12, Ginza 3-chome
Chuo-ku
Tokyo 104-0061
JAPON

3 0. 10. 99

Date of mailing (day/month/year) 21 October 1999 (21.10.99)		
Applicant's or agent's file reference 30P99014		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/JP99/01944	International filing date (day/month/year) 13 April 1999 (13.04.99)	Priority date (day/month/year) 14 April 1998 (14.04.98)
Applicant SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD. et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:
 CN,EP,JP,KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
 CA

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 21 October 1999 (21.10.99) under No. WO 99/52427

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer <p style="text-align: center;">J. Zahra</p>
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38



特許協力条約

発信人 日本国特許庁（受理官庁）

出願人代理人

押田 良久

あて名

〒104-0061

東京都中央区銀座3-3-12 押田特許事務所

RECEIVED

P C T

2004.04.09
殿

国際出願番号及び 国際出願日の通知書

（法施行規則第22条、第23条）
〔PCT規則20.5(c)〕

PCT/JP99/01944

RO105

発送日（日・月・年）

20.04.99

出願人又は代理人
の書類記号

20P99014

重要な通知

国際出願番号

PCT/JP99/01944

国際出願日（日・月・年）

13.04.99

優先日（日・月・年）

14.04.98

出願人（氏名又は名称）

住友特殊金属株式会社

1. この国際出願は、上記の国際出願番号及び国際出願日が付与されたことを通知する。

記録原本は、20日04月99年に国際事務局に送付した。

注 意

- 国際出願番号は、特許協力条約を表示する「PCT」の文字、斜線、受理官庁を表示する2文字コード（日本の場合JP）、西暦年の最後から2桁の数字、斜線、及び5桁の数字からなっています。
- 国際出願日は、「特許協力条約に基づく国際出願に関する法律」第4条第1項の要件を満たした国際出願に付与されます。
- あて名等を変更したときは、速やかにあて名の変更届等を提出して下さい。
- 電子計算機による漢字処理のため、漢字の一部を当用漢字、又は、仮名に置き換えて表現してある場合もありますので御了承下さい。
- この通知に記載された出願人のあて名、氏名（名称）に誤りがあるときは申出により訂正します。
- 国際事務局は、受理官庁から記録原本を受領した場合には、出願人にその旨を速やかに通知（様式PCT/IB/301）する。記録原本を優先日から14箇月が満了しても受領していないときは、国際事務局は出願人にその旨を通知する。〔PCT規則22.1(c)〕

名称及びあて名

日本国特許庁（RO/JP）

郵便番号 100-8915 TEL 03-3592-1308

日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

様式PCT/RO/105（1998年7月）

権限のある職員

特許庁長官

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（受理官庁）

出願人代理人

押田 良久

殿

あて名

〒104-0061

東京都中央区銀座3-3-12 押田特許事務所

P C T

手続補正命令書

（法第6条、法施第30条）
〔PCT3条（4）（i）14条（1）、規則26〕

PCT/JP99/01944

RO106

発送日（日．月．年）

20.04.99

出願人又は代理人

の書類記号

20P99014

応答期間

発送日から 1箇月以内

国際出願番号

PCT/JP99/01944

国際出願日（日．月．年）

13.04.99

出願人（氏名又は名称）

住友特殊金属株式会社

出願人は、上記期間内に手続きの補正をしなければならない。補正すべき事項は、次の附属書に記載されている。

☒ 附属書A

☐ 附属書B

☐ 附属書C

（注意）

補正の方法

手続補正書に補正事項を補正した差替え用紙を添付することにより行う。また、手続補正書の「補正内容」の欄に差替えられる用紙と差替え用紙との相違について記載する。なお、補正によって書き換えられる用紙の明瞭さ及び直接複製の可能性に悪影響を及ぼすことなく手続補正書の「補正内容」の欄から記録原本への書き換えが容易にできる場合には差替え用紙を省略することができる。

（PCT規則26.4（a）、法施行規則様式第15備考4参照）

注意

補正がされないときは、国際出願は取り下げられたものとみなす旨の決定がされる。

（法第7条第1項、PCT規則26.5参照）

この手続補正命令書の写し及び附属書の写しは、国際事務局

☐ 及び国際調査機関

に、送付した。

名称及びあて名

日本国特許庁（RO/JP）

郵便番号 100-8915 TEL03-3592-1308

日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

様式PCT/RO/106（1998年7月）

権限のある職員

特許庁長官

国際出願について次の不備を発見した。

1. 願書の記名押印について

- a. ☐ 提出者の氏名又は名称の記載又は押印がない。
- b. ☐ 出願人全員の氏名又は名称の記載又は押印がない。
- c. ☐ 米国の出願人について、押印の欠如に関する説明書の添付がない。
- d. ☒ 代理人又は共通の代表者の氏名の記載及び押印はあるが、次の理由により認めることはできない。
- ☒ 願書に代理人又は共通の代表者の選任を証明する書面の添付がない。
- ☐ 願書に代理人又は共通の代表者の選任を証明する書面の添付があるが、次の出願人による代理人又は共通の代表者の選任を証明する書面の添付がない。
- e. ☐ その他

* 発明者であっても出願人となる場合は、記名押印が必要である。(例：米国を指定した場合)

2. 願書の出願人に関する表示について

- a. ☐ 出願人の氏名又は名称が正しく記載されていない。
- b. ☐ 出願人のあて名が記載されていない。
- c. ☐ 出願人のあて名が正しく記載されていない。
- d. ☐ 出願人の国籍が記載されていない。
- e. ☐ 出願人の住所（居住者である国の国名）が記載されていない。
- f. ☐ その他

3. 国際出願の言語について

- a. ☐ 願書が日本語により作成されていない。
- b. ☐ 図面の説明の部分が日本語により作成されていない。
- c. ☐ 要約が日本語により作成されていない。

4. 発明の名称について

- a. ☐ 願書の第 I 欄に記載されていない。
- b. ☐ 明細書の最初の用紙の冒頭に記載されていない。
- c. ☐ 願書の第 I 欄に記載のものと、明細書の冒頭に記載のものが相違する。

5. 要約書について

- ☐ 国際出願に要約書が含まれていない。

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）

出願人代理人

押田 良久

殿

あて名

〒104-0061

東京都中央区銀座3-3-12 押田特許事務所

P C T

調査用写しの受理通知書

（法施行規則第39条）
〔PCT規則25.1〕

PCT/JP99/01944

SA202

発送日（日．月．年）

20.04.99

出願人又は代理人

の書類記号

20P99014

重 要 な 通 知

国際出願番号

PCT/JP99/01944

国際出願日（日．月．年）

13.04.99

優先日（日．月．年）

14.04.98

出願人（氏名又は名称）

住友特殊金属株式会社

1. 国際調査機関と受理官庁が同一の機関でない場合、

国際出願の調査用写しを国際調査機関が下記の日により受理したので通知する。

国際調査機関と受理官庁が同一の機関である場合、

国際出願の調査用写しを下記の日により受理したので通知する。

20 日 04 月 99 年（受理の日）

2. ☐ 調査用写しには、コンピューター読取りが可能な形式によるヌクレオチド又はアミノ酸の配列表が添付されている。

3. 国際調査報告の作成期間

国際調査報告の作成期間は、上記受理の日から3箇月の期間又は優先日から9箇月の期間のいずれか遅く満了する期間である。

4. この通知書の写しは、国際事務局及び上記1の第1文が適用される場合には受理官庁に送付した。

名称及びあて名

日本国特許庁（ISA/JP）

郵便番号 100-8915 TEL03-3592-1308

日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

様式PCT/ISA/202（1998年7月）

権限のある職員

特 許 庁 長 官

特 許 協 力 条 約

発信人 日本国特許庁 (国際調査機関)

出願人代理人

押 田 良 久

殿

あて名

〒 104-0061

東京都中央区銀座三丁目 3 番 1 2 号銀座ビル

1 2 5 . 9 9

P C T

国際調査報告又は国際調査報告を作成しない旨
の決定の送付の通知書

(法施行規則第 4 1 条)
〔 P C T 規則 44. 1 〕

発送日

(日. 月. 年)

11.05.99

出願人又は代理人
の書類記号

30P99014

今後の手続きについては、下記 1 及び 4 を参照。

国際出願番号

P C T / J P 9 9 / 0 1 9 4 4

国際出願日

(日. 月. 年)

1 3 . 0 4 . 9 9

出願人 (氏名又は名称)

住友特殊金属株式会社

1. ☒ 国際調査報告が作成されたこと、及びこの送付書とともに送付することを、出願人に通知する。

P C T 1 9 条の規定に基づく補正書及び説明書の提出

出願人は、国際出願の請求の範囲を補正することができる (P C T 規則 4 6 参照) 。

いつ 補正書の提出期間は、通常国際調査報告の送付の日から 2 月である。

詳細については添付用紙の備考を参照すること。

どこへ 直接次の場所へ

The International Bureau of WIPO

34, chemin des Colombettes

1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. : (41-22) 740. 14. 35

詳細な手続きについては、添付用紙の備考を参照すること。

2. ☐ 国際調査報告が作成されないこと、及び法第 8 条第 2 項 (P C T 1 7 条 (2) (a)) の規定による国際調査報告を作成しない旨の決定をこの送付書とともに送付することを、出願人に通知する。

3. ☐ 法施行規則第 4 4 条 (P C T 規則 40. 2) に規定する追加手数料の納付に対する異議の申立てに関して、出願人に下記の点を通知する。

☐ 異議の申立てと当該異議についての決定を、その異議の申し立てと当該異議についての決定の両方を指定官庁へ送付することを求める出願人の請求とともに、国際事務局へ送付した。

☐ 当該異議についての決定は、まだ行われていない。決定されしだい出願人に通知する。

4. 今後の手続： 出願人は次の点に注意すること。

優先日から 1 8 月経過後、国際出願は国際事務局によりすみやかに国際公開される。出願人が公開の延期を望むときは、国際出願又は優先権の主張の取下げの通知が P C T 規則 90 の 2. 1 及び 90 の 2. 3 にそれぞれ規定されているように、国際公開の事務的な準備が完了する前に国際事務局に到達しなければならない。

出願人が優先日から 3 0 月まで (官庁によってはもっと遅く) 国内段階の開始を延期することを望むときは、優先日から 1 9 月以内に、国際予備審査の請求書が提出されなければならない。

国際予備審査の請求書若しくは、後にする選択により優先日から 1 9 箇月以内に選択しなかった又は第 II 章に拘束されないため選択できなかったすべての指定官庁に対しては優先日から 2 0 月以内に、国内段階の開始のための所定手続を取らなければならない。

名称及びあて名

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

権限のある職員

特 許 庁 長 官

2 W

9 6 0 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 1

注 意

1. 国際調査報告の発送日から起算する条約第19条(1)及び規則46.1に従う国際事務局への補正期間に注意してください。
2. 条約22条(2)に規定する期間に注意してください。

3. 文献の写しの請求について

国際調査報告に記載した文献の複写

特許庁にこれらの引用文献の写しを請求することもできますが、日本特許情報機構でもこれらの引用文献の複写物を販売しています。日本特許情報機構に引用文献の複写物を請求する場合は下記の点に注意してください。

〔申込方法〕

(1) 特許(実用新案・意匠)公報については、下記の点を明記してください。

- 特許・実用新案及び意匠の種類
- 出願公告又は出願公開の年次及び番号(又は特許番号、登録番号)
- 必要部数

(2) 公報以外の文献の場合は、下記の点に注意してください。

- 国際調査報告の写しを添付してください(返却します)。

〔申込み及び照会先〕

〒135 東京都江東区東陽4-1-7 佐藤ダイヤビル
財団法人 日本特許情報機構 サービス課
TEL 03-5690-3900

注意 特許庁に対して文献の写しの請求をすることができる期間は、国際出願日から7年です。

様式PCT/ISA/220の備考

この備考は、PCT 19条の規定に基づく補正書の提出に関する基本的な指示を与えるためのものである。この備考は特許協力条約並びにこの条約に基づく規則及び実施細則の規定に基づいている。この備考とそれらの規定とが相違する場合には、後者が適用される。詳細な情報については、WIPOの出版物であるPCT出願人の手引も参照すること。

PCT 19条の規定に基づく補正書の提出に関する指示

出願人は、国際調査報告を受領した後、国際出願の請求の範囲を補正する機会が一回ある。しかし、国際出願のすべての部分（請求の範囲、明細書及び図面）が、国際予備審査の手続においても補正できるもので、例えば出願人が仮保護のために補正書を公開することを希望する場合又は国際公開前に請求の範囲を補正する別の理由がある場合を除き、通常PCT 19条の規定に基づく補正書を提出する必要はないことを強調しておく。さらに、仮保護は一部の国のみで与えられるだけであることも強調しておく。

補正の対象となるもの

PCT 19条の規定により請求の範囲のみ補正することができる。

国際段階においてPCT 34条の規定に基づく国際予備審査の手続きにおいて請求の範囲を（更に）補正することができる。

明細書及び図面は、PCT 34条の規定に基づく国際予備審査の手続においてのみ補正することができる。

国内段階に移行する際、PCT 28条（又はPCT 41条）の規定により、国際出願のすべての部分を補正することができる。

いつ

国際調査報告の送付の日から2月又は優先日から16月の内どちらか遅く満了するほうの期間内。しかし、その期間の満了後であっても国際公開の技術的な準備の完了前に国際事務局が補正を受領した場合には、その補正書は、期間内に受理されたものとみなすことを強調しておく（PCT規則46.1）。

補正書を提出すべきところ

補正書は、国際事務局のみに提出でき、受理官庁又は国際調査機関には提出してはいけない（PCT規則46.2）。国際予備審査の請求書を提出した／する場合については、以下を参照すること。

どのように

1以上の請求の範囲の削除、1以上の新たな請求の範囲の追加、又は1以上の請求の範囲の記載の補正による。

差替え用紙は、補正の結果、出願当初の用紙と相違する請求の範囲の各用紙毎に提出する。

差替え用紙に記載されているすべての請求の範囲には、アラビア数字を付さなければならない。請求の範囲を削除する場合、その他の請求の範囲の番号を付け直す必要はない。請求の範囲の番号を付け直す場合には、連続番号で付け直さなければならない（PCT実施細則第205号(b)）。

補正は国際公開の言語で行う。

補正書にどのような書類を添付しなければならないか

書簡（PCT実施細則第205号(b)）

補正書には書簡を添付しなければならない。

書簡は国際出願及び補正された請求の範囲とともに公開されることはない。これを「PCT 19条(1)に規定する説明書」と混同してはならない（「PCT 19条(1)に規定する説明書」については、以下を参照）。

書簡は、英語又は仏語を選択しなければならない。ただし、国際出願の言語が英語の場合、書簡は英語で、仏語の場合、書簡は仏語で記載しなければならない。

書簡には、出願時の請求の範囲と補正された請求の範囲との相違について表示しなければならない。特に、国際出願に記載した各請求の範囲との関連で次の表示（2以上の請求の範囲についての同一の表示する場合は、まとめることができる。）をしなければならない。

- (i) この請求の範囲は変更しない。
- (ii) この請求の範囲は削除する。
- (iii) この請求の範囲は追加である。
- (iv) この請求の範囲は出願時の1以上の請求の範囲と差し替える。
- (v) この請求の範囲は出願時の請求の範囲の分割の結果である。

次に、添付する書簡中での、補正についての説明の例を示す。

1. [請求の範囲の一部の補正によって請求の範囲の項数が48から51になった場合] :
“請求の範囲1-29、31、32、34、35、37-48項は、同じ番号のもとに補正された請求の範囲と置き換えられた。請求の範囲30、33及び36項は変更なし。新たに請求の範囲49-51項が追加された。”
2. [請求の範囲の全部の補正によって請求の範囲の項数が15から11になった場合] :
“請求の範囲1-15項は、補正された請求の範囲1-11項に置き換えられた。”
3. [原請求の範囲の項数が14で、補正が一部の請求の範囲の削除と新たな請求の範囲の追加を含む場合] :
“請求の範囲1-6及び14項は変更なし。請求の範囲7-13は削除。新たに請求の範囲15、16及び17項を追加。”又は
“請求の範囲7-13は削除。新たに請求の範囲15、16及び17項を追加。その他の全ての請求の範囲は変更なし。”
4. [各種の補正がある場合] :
“請求の範囲1-10項は変更なし。請求の範囲11-13、18及び19項は削除。請求の範囲14、15及び16項は補正された請求の範囲14項に置き換えられた。請求の範囲17項は補正された請求の範囲15、16及び17項に分割された。新たに請求の範囲20及び21項が追加された。”

“PCT19条(1)の規定に基づく説明書”(PCT規則46.4)

補正書には、補正並びにその補正が明細書及び図面に与える影響についての説明書を提出することができる(明細書及び図面はPCT19条(1)の規定に基づいては補正できない)。

説明書は、国際出願及び補正された請求の範囲とともに公開される。

説明書は、国際公開の言語で作成しなければならない。

説明書は、簡潔でなければならず、英語の場合又は英語に翻訳した場合に500語を越えてはならない。

説明書は、出願時の請求の範囲と補正された請求の範囲との相違を示す書簡と混同してはならない。説明書を、その書簡に代えることはできない。説明書は別紙で提出しなければならず、見出しを付すものとし、その見出しは“PCT19条(1)の規定に基づく説明書”の語句を用いることが望ましい。

説明書には、国際調査報告又は国際調査報告に列記された文献との関連性に関して、これらを誹謗する意見を記載してはならない。国際調査報告に列記された特定の請求の範囲に関連する文献についての言及は、当該請求の範囲の補正に関してのみ行うことができる。

国際予備審査の請求書が提出されている場合

PCT19条の規定に基づく補正書及び添付する説明書の提出の時に国際予備審査の請求書が既に提出されている場合には、出願人は、補正書(及び説明書)を国際事務局に提出すると同時にその写し及び必要な場合、その翻訳文を国際予備審査機関にも提出することが望ましい(PCT規則55.3(a)、62.2の第1文を参照)。詳細は国際予備審査請求書(PCT/IPEA/401)の注意書参照。

国内段階に移行するための国際出願の翻訳に関して

国内段階に移行する際、PCT19条の規定に基づいて補正された請求の範囲の翻訳を出願時の請求の範囲の翻訳の代わりに又は追加して、指定官庁/選択官庁に提出しなければならないこともあるので、出願人は注意されたい。

指定官庁/選択官庁の詳細な要求については、PCT出願人の手引きの第Ⅱ巻を参照。

P C T

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)
[P C T 1 8 条、P C T 規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 30P99014	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 9 9 / 0 1 9 4 4	国際出願日 (日.月.年) 1 3 . 0 4 . 9 9	優先日 (日.月.年) 1 4 . 0 4 . 9 8
出願人 (氏名又は名称) 住友特殊金属株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 a. b. c 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.[°] A61B5/055, Int. Cl.[°] G01R33/383, Int. Cl.[°] H01F7/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.[°] A61B5/055, Int. Cl.[°] G01R33/383, Int. Cl.[°] H01F7/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1997年

日本国登録実用新案公報 1994-1999年

日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L "MRI" * {SILICON(W)STEEL}

JOIS "MRI" * {"POLE" + "SILICON" + "磁極片" + "ケイ素鋼版"}

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP, 4-82536, A (株式会社東芝) 16.3月.1992(16.03.92), 第2頁右上欄第6行-右下欄第9行, 及び Fig. 1-3(ファミリーなし)	1, 8, 11 2-7, 9, 10
A	JP, 5-182821, A (住友特殊金属株式会社) 23.7月.1993(23.07.93), 第4頁左欄第34行-第5頁左欄第1行, 及び Fig. 1-2 & JP, 256159 1, B2	1-11
A	JP, 8-31635, A (住友特殊金属株式会社) 2.2月.1996(02.02.96), 第4頁左欄第20行-第7頁左欄第6行, 及び Fig. 1-3 & US, 5631616, A	1-11
A	JP, 4-138131, A (住友特殊金属株式会社) 12.5月.1992(12.05.92), & US, 5283544, A & EP, 479514, A1 & JP, 9-117431	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.04.99

国際調査報告の発送日

11.05.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上博之

印

2W

9604

電話番号 03-3581-1101 内線 3291

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 4-138132, A (住友特殊金属株式会社) 12. 5月. 1992(12. 05. 9 2), & US, 5283544, A & EP, 479514, A1 & JP, 9-117432	1-11
A	JP, 5-144628, A (信越化学工業株式会社) 11. 6月. 1993(11. 06. 9 3), 第2頁右欄第40行-第3頁右欄第23行, 及び Fig. 1-3(ファミリー なし)	1-11

PTO/PCT Rec'd 14 DEC 1999

手続補正書

(法第6条の規定による命令に基づく補正)

特許庁長官 伊佐山 建志 殿


1. 国際出願の表示

PCT / JP99 / 01944

2. 出願人

名 称 住友特殊金属株式会社
SUMITOMO SPECIAL METALS Co.,Ltd.
あて名 〒541-0041 日本国大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号
7-19, Kitahama 4 - chome, Chuou - ku, Osaka - shi,
OSAKA 541-0041 JAPAN
国 籍 日本国 JAPAN
住 所 日本国 JAPAN

3. 代理人

氏 名 7390 弁理士 押 田 良 久 
OSHIDA Yoshihisa
あて名 〒104-0061 日本国東京都中央区銀座3丁目3番12号 銀座ビル
Ginza Bldg., 3-12, Ginza 3-chome, Chuou-ku, Tokyo 104-0061
JAPAN

4. 補正命令の日付

20.04.99

5. 補正の対象

委任状

6. 補正の内容

別紙のとおり

7. 添付書類の目録

委任状

1通



10-1-1

委 任 状

1999年 4 月 9 日

私儀 弁理士 押田良久を代理人と定めて下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づく国際出願「MRI用磁界発生装置」(30P99014)に関する一切の件
2. 上記出願及び指定国の指定を取下げる件
3. 上記出願についての国際予備審査の請求に関する一切の件並びに請求及び選択国を取下げる件

あて名 日本国大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号
名 称 住友特殊金属株式会社
知的財産部部長 藤村 節夫



あて名 日本国大阪府高槻市上土室1丁目10-5-501
氏 名 青木 雅昭



あて名 日本国佐賀県佐賀市開成6丁目9-2
氏 名 橋本 重生



特許協力条約に基づく国際出願

願 書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

国際出願番号	受理 記入欄
国際出願日	PCT 13.4.99 受領印
(受付印)	

出願人又は代理人の書類記号
(希望する場合、最大12字)

30P99014

第 I 欄 発明の名称

PTO/PCT Rec'd 14 DEC 1999
MRI用磁界発生装置

第 II 欄 出願人

氏名(名称)及びあて名: (姓・名の順に記載; 法人は公式の完全な名称を記載; あて名は郵便番号及び国名も記載)

住友特殊金属株式会社
SUMITOMO SPECIAL METALS Co., Ltd.
〒541-0041 日本国大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号
7-19, Kitahama 4 - chome, Chuou - ku, Osaka - shi,
OSAKA 541-0041 JAPAN

☐ この欄に記載した者は、
発明者でもある。

電話番号:

075-961-3146

ファクシミリ番号:

075-961-8167

加入電話番号:

国籍(国名):

日本国 JAPAN

住所(国名):

日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の
指定国についての出願人である:

☐

すべての指定国

☒

米国を除くすべての指定国

☐

米国のみ

☐

追記欄に記載した指定国

第 III 欄 その他の出願人又は発明者

氏名(名称)及びあて名: (姓・名の順に記載; 法人は公式の完全な名称を記載; あて名は郵便番号及び国名も記載)

青木 雅昭 AOKI Masaaki
〒569-1044 日本国大阪府高槻市上土室1丁目10-5-501
10-5-501, Kamihamuro 1 - chome, Takatsuki-shi,
OSAKA 569-1044 JAPAN

この欄に記載した者は
次に該当する:

☐ 出願人のみである。

☒ 出願人及び発明者である。

☐ 発明者のみである。
(ここにレ印を付したとき
は、以下に記入しないこと)

国籍(国名):

日本国 JAPAN

住所(国名):

日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の
指定国についての出願人である:

☐

すべての指定国

☐

米国を除くすべての指定国

☒

米国のみ

☐

追記欄に記載した指定国

☒ その他の出願人又は発明者が続表に記載されている。

第 IV 欄 代理人又は共通の代表者、通知のあて名

次に記載された者は、国際機関において出願人のために行動する:

☒

代理人

☐

共通の代表者

氏名(名称)及びあて名: (姓・名の順に記載; 法人は公式の完全な名称を記載; あて名は郵便番号及び国名も記載)

7390 弁理士 押 田 良 久
OSHIDA Yoshihisa
〒104-0061 日本国東京都中央区銀座三丁目3番12号銀座ビル
Ginza Bldg., 3-12, Ginza 3 - chome, Chuou-ku,
TOKYO 104-0061 JAPAN

電話番号:

03-3561-0274

ファクシミリ番号:

03-3561-5718

加入電話番号:

☐ 通知のためのあて名: 代理人又は共通の代表者が選任されておらず、上記枠内に特に通知が送付されるあて名を記載している場合は、レ印を付す

第III欄の続き その他の出願人又は発明者

この続表を使用しないときは、この用紙を綴書に含めないこと。

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

橋本 重生 HASHIMOTO Shigeo
 〒849-0934 日本国佐賀県佐賀市開成6-9-2
 9-2, Kaisei 6-chome, Saga-shi, SAGA 849-0934 JAPAN

この欄に記載した者は、次に該当する:

- ☐ 出願人のみである。
☒ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
 (ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である:

- ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☒ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

この欄に記載した者は、次に該当する:

- ☐ 出願人のみである。
☐ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
 (ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍(国名):

住所(国名):

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である:

- ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

この欄に記載した者は、次に該当する:

- ☐ 出願人のみである。
☐ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
 (ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍(国名):

住所(国名):

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である:

- ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

この欄に記載した者は、次に該当する:

- ☐ 出願人のみである。
☐ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
 (ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍(国名):

住所(国名):

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である:

- ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

☐ その他の出願人又は発明者が他の続表に記載されている。

第Ⅴ欄 国の指定

規則 4.9(a)の規定に基づき次の指定を行う (該当する□にレ印を付すこと; 少なくとも1つの□にレ印を付すこと)。

広域半島国

- ☐ **AP** **AR** IPO半島国: **GI** ガーナ Ghana, **GM** ガンビア Gambia, **KE** ケニア Kenya, **LS** レソト Lesotho, **MW** マラウイ Malawi, **SD** スーダン Sudan, **SZ** スワジランド Swaziland, **UG** ウガンダ Uganda, **ZW** ジンバブエ Zimbabwe, 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国
- ☐ **EA** ユーラシア半島国: **AM** アルメニア Armenia, **AZ** アゼルバイジャン Azerbaijan, **BY** ベラルーシ Belarus, **KG** キルギス Kyrgyzstan, **KZ** カザフスタン Kazakhstan, **MD** モルドヴァ Republic of Moldova, **RU** ロシア Russian Federation, **TJ** タジキスタン Tajikistan, **TM** トルクメニスタン Turkmenistan, 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
- ☒ **EP** ヨーロッパ半島国: **AT** オーストリア Austria, **BE** ベルギー Belgium, **CH** and **LI** スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, **CY** キプロス Cyprus, **DE** ドイツ Germany, **DK** デンマーク Denmark, **ES** スペイン Spain, **FI** フィンランド Finland, **FR** フランス France, **GB** 英国 United Kingdom, **GR** ギリシャ Greece, **IE** アイルランド Ireland, **IT** イタリア Italy, **LU** ルクセンブルグ Luxembourg, **MC** モナコ Monaco, **NL** オランダ Netherlands, **PT** ポルトガル Portugal, **SE** スウェーデン Sweden, 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
- ☐ **OA** **OAP** I 半島国: **BF** ブルキナ・ファソ Burkina Faso, **BJ** ベナン Benin, **CF** 中央アフリカ Central African Republic, **CG** コンゴ Congo, **CI** コートジボアール Côte d'Ivoire, **CM** カメルーン Cameroon, **GA** ガボン Gabon, **GN** ギニア Guinea, **ML** マリ Mali, **MR** モリタニア Mauritania, **NE** ニジェール Niger, **SN** セネガル Senegal, **TD** チャード Chad, **TG** トーゴ Togo, 及びアフリカ知的所有権機構のメンバー国と特許協力条約の締約国である他の国 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する)

[国] 半島国 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> AL アルバニア Albania | <input type="checkbox"/> LT リトアニア Lithuania |
| <input type="checkbox"/> AM アルメニア Armenia | <input type="checkbox"/> LU ルクセンブルグ Luxembourg |
| <input type="checkbox"/> AT オーストリア Austria | <input type="checkbox"/> LV ラトヴィア Latvia |
| <input type="checkbox"/> AU オーストラリア Australia | <input type="checkbox"/> MD モルドヴァ Republic of Moldova |
| <input type="checkbox"/> AZ アゼルバイジャン Azerbaijan | <input type="checkbox"/> MG マダガスカル Madagascar |
| <input type="checkbox"/> BA ボスニア・ヘルツェゴヴィナ Bosnia and Herzegovina | <input type="checkbox"/> MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input type="checkbox"/> BB バルバドス Barbados | <input type="checkbox"/> MN モンゴル Mongolia |
| <input type="checkbox"/> BG ブルガリア Bulgaria | <input type="checkbox"/> MW マラウイ Malawi |
| <input type="checkbox"/> BR ブラジル Brazil | <input type="checkbox"/> MX メキシコ Mexico |
| <input type="checkbox"/> BY ベラルーシ Belarus | <input type="checkbox"/> NO ノルウェー Norway |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA カナダ Canada | <input type="checkbox"/> NZ ニュー・ジーランド New Zealand |
| <input type="checkbox"/> CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> PL ポーランド Poland |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN 中国 China | <input type="checkbox"/> PT ポルトガル Portugal |
| <input type="checkbox"/> CU キューバ Cuba | <input type="checkbox"/> RO ルーマニア Romania |
| <input type="checkbox"/> CZ チェッコ Czech Republic | <input type="checkbox"/> RU ロシア Russian Federation |
| <input type="checkbox"/> DE ドイツ Germany | <input type="checkbox"/> SD スーダン Sudan |
| <input type="checkbox"/> DK デンマーク Denmark | <input type="checkbox"/> SE スウェーデン Sweden |
| <input type="checkbox"/> EE エストニア Estonia | <input type="checkbox"/> SG シンガポール Singapore |
| <input type="checkbox"/> ES スペイン Spain | <input type="checkbox"/> SI スロヴェニア Slovenia |
| <input type="checkbox"/> FI フィンランド Finland | <input type="checkbox"/> SK スロヴァキア Slovakia |
| <input type="checkbox"/> GB 英国 United Kingdom | <input type="checkbox"/> SL シェラ・レオネ Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GE グルジア Georgia | <input type="checkbox"/> TJ タジキスタン Tajikistan |
| <input type="checkbox"/> GH ガーナ Ghana | <input type="checkbox"/> TM トルクメニスタン Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GM ガンビア Gambia | <input type="checkbox"/> TR トルコ Turkey |
| <input type="checkbox"/> GW ギニア・ビサウ Guinea-Bissau | <input type="checkbox"/> TT トリニダード・トバゴ Trinidad and Tobago |
| <input type="checkbox"/> HR クロアチア Croatia | <input type="checkbox"/> UA ウクライナ Ukraine |
| <input type="checkbox"/> HU ハンガリー Hungary | <input checked="" type="checkbox"/> UG ウガンダ Uganda |
| <input type="checkbox"/> ID インドネシア Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> US 米国 United States of America |
| <input type="checkbox"/> IL イスラエル Israel | <input type="checkbox"/> UZ ウズベキスタン Uzbekistan |
| <input type="checkbox"/> IS アイスランド Iceland | <input type="checkbox"/> VN ヴィエトナム Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP 日本 Japan | <input type="checkbox"/> YU ユーゴスラヴィア Yugoslavia |
| <input type="checkbox"/> KE ケニア Kenya | <input type="checkbox"/> ZW ジンバブエ Zimbabwe |
| <input type="checkbox"/> KG キルギス Kyrgyzstan | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR 韓国 Republic of Korea | |
| <input type="checkbox"/> KZ カザフスタン Kazakhstan | |
| <input type="checkbox"/> LC セント・ルシア Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK スリ・ランカ Sri Lanka | |
| <input type="checkbox"/> LR リベリア Liberia | |
| <input type="checkbox"/> LS レソト Lesotho | |

以下の□は、この様式の施行後に特許協力条約の締約国となった国を指定 (国内特許のために) するためのものである

☐

☐

☐

☐

☐

確認の指定の宣言: 出願人は、上記の指定に加えて、規則 4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約の下で認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、この宣言から除く旨の表示を追記欄にした国は、指定から除かれる。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。(指定の確認は、指定を特定する通知の提出と指定手数料及び確認手数料の納付からなる。この確認は、優先日から15月以内に受理官庁へ提出しなければならない。)

第VI欄 優先権主張

☐ 他の優先権の主張（先の出願）が追記欄に記載されている

先の出願日 (日、月、年)	先の出願番号	先の出願		
		国内出願：国名	広域出願：*広域官庁名	国際出願：受理官庁名
(1) 14.04.98	平成10年特許願 第121781号	日本国 JAPAN		
(2)				
(3)				

☐ 上記()の番号の先の出願（ただし、本国際出願が提出される受理官庁に対して提出されたものに限る）のうち、次の()の番号のものについては、出願書類の認証書を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁（日本国特許庁の長官）に対して請求している。

*先の出願が、ARIPOの特許出願である場合には、その先の出願を行った工業所有権の保護のためのパリ条約同盟国の少なくとも1ヶ国を追記欄に表示しなければならぬ（規則4.10(b)(ii)）。追記欄を参照。

第VII欄 国際調査機関

国際調査機関（ISA）の選択

先の調査結果の利用請求：当該調査の照会（先の調査が、国際調査機関によって既に実施又は請求されている場合）

出願日（日、月、年）

出願番号

国名（又は広域官庁）

ISA / JP

第VIII欄 照会欄：出願頁の言語

この国際出願の用紙の枚数は次のとおりである。

願書 4 枚
 明細書（配列表を除く） 24 枚
 請求の範囲 2 枚
 要約書 1 枚
 図面 18 枚
 明細書の配列表 枚

合計 49 枚

この国際出願には、以下にチェックした書類が添付されている。

- | | |
|---|---|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> 手数料計算用紙 | 5. <input type="checkbox"/> 優先権書類（上記第VI欄の()の番号を記載する） |
| <input checked="" type="checkbox"/> 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面 | |
| <input type="checkbox"/> 国際事務局の口座への振込みを証明する書面 | 6. <input type="checkbox"/> 国際出願の翻訳文（翻訳に使用した言語名を記載する） |
| 2. <input type="checkbox"/> 別個の記名押印された委任状 | 7. <input type="checkbox"/> 寄託した微生物又は他の生物材料に関する書面 |
| 3. <input type="checkbox"/> 包括委任状の写し | 8. <input type="checkbox"/> スクレオチド又はアミノ酸配列表（フレキシブルディスク） |
| 4. <input type="checkbox"/> 記名押印（署名）の説明書 | 9. <input type="checkbox"/> その他（署名名を詳細に記載する） |

要約書とともに提示する図面：

図1a,b,c

本国際出願の使用言語名：

日本語

第IX欄 提出者の記名押印

各人の氏名（名称）を記載し、その次に押印する。

押田 良久



受理官庁記入欄

1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

2. 図面

3. 国際出願として提出された書類を補充する書類又は図面であって

☐ 受理された

その後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）

☐ 不足図面がある

4. 特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補充の期間内の受理の日

5. 出願人により特定された

ISA / JP

6. ☐

調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない

国際調査機関

国際事務局記入欄

記録原本の受理の日

様式 PCT/RO/101 (最終用紙) (1998年7月)

P C T

手 数 料 計 算 用 紙

願 書 附 属 書

受理官庁記入欄

国際出願番号

受理官庁の日付印

出願人又は代理人の書類記号

30P99014

出願人

住友特殊金属株式会社

所定の手数料の計算

1. 及び 2. 特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律 (国内法)
第 18 条第 1 項第 1 号の規定による手数料 (注 1)
(送付手数料 [T] 及び調査手数料 [S] の合計)

95,000

円

T + S

3. 国際手数料 (注 2)

基本手数料

国際出願に含まれる用紙の枚数 49 枚

最初の 30 枚まで

54,800

円

b 1

19 × 1,300 =

24,700

円

b 2

30 枚を超える用紙の枚数 用紙 1 枚の手数料

b 1 及び b 2 に記入した金額を加算し、合計額を B に記入

79,500

円

B

指定手数料

国際出願に含まれる指定数 (注 3) 6

6 × 12,600 =

75,600

円

D

支払うべき指定手数料
の数 (上段は 11)
(注 4)

1 指定当たりの手数料
(円)

B 及び D に記入した金額を加算し、合計額を I に記入

155,100

円

I

4. 納付すべき手数料の合計

T + S 及び I に記入した金額を加算し、合計額を合計に記入

250,100

円

合

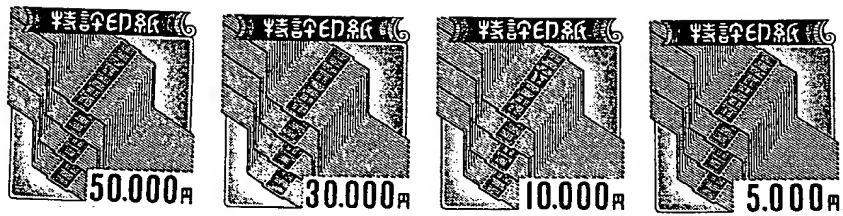
計

(注 1) 送付手数料及び調査手数料については、合計金額を特許印紙をもって納付しなければならない。

(注 2) 国際手数料については、受理官庁である日本国特許庁の長官が告示する国際事務局の口座への振込みを証明する書面を提出することにより納付しなければならない。

(注 3) 願書第 V 欄でレ印を付した口の数。

(注 4) 指定数を記入する。ただし、11 指定以上は一律 11 とする。



送付手数料・調査手数料 95,000円

明 細 書

MRI用磁界発生装置

技術分野

この発明は、医療用磁気共鳴断層撮影装置(以下MRIという)に用いられる磁界発生装置の改良に係り、特に、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の低減を図ったMRI用磁界発生装置に関する。

背景技術

MRI用磁界発生装置としては、図13(a),(b)に示す構成が知られている。すなわち、磁界発生源として複数のブロック状R-Fe-B系磁石を一体化してなる一对の永久磁石構成体(1)(1)の各々一方端に磁極片(2)(2)を固着して対向させ、他方端を継鉄(3)に連結し、磁極片(2)(2)間の空隙(4)内に静磁界を発生する構成である。

図中(5)は、空隙(4)内における磁界分布の均一度を向上させるために形成する環状突起部であり、さらなる磁界分布の均一度向上を目的に環状突起部の内側部に凸状突起部(図示せず)を形成する構成も知られている。

図中(6)は、傾斜磁界コイルであり、空隙(4)内の位置情報を得るために配置される。この傾斜磁界コイル(6)(6)は、通常、空隙(4)内のX、Y、Zの3方向に対応する3組のコイル群からなるが、図示においては簡略して記載している。

このような構成において、空隙(4)は被検者の一部または全部が挿入できるだけの大きさが必要であり、さらに空隙(4)内の特定撮像視野内には、0.02~2.0Tでかつ 1×10^{-4} 以下の高均一度を有する静磁界の形成が要求される。

図13(a),(b)に示す構成では、継鉄(3)として一对の板状継鉄(3a)(3b)と4本の柱状継鉄(3c)とからなる所謂4本柱型継鉄が使用された構成を示しているが、

図14(a),(b)に示すように、一対の板状継鉄(3a)(3b)と板状支持継鉄(3d)とからなら所謂C型継鉄等、要求される諸特性に応じて種々の構成からなる継鉄が使用されている。

また、図13(a),(b)に示す構成では、磁界発生源としてR-Fe-B系磁石等の永久磁石が採用された構成が示されているが、その他、鉄芯の周囲に電磁コイル(常伝導コイル、超伝導コイル等を含む)を巻回配置した構成等も使用されている。

これらのいずれの構成においても、図13(a),(b)に示すように、一対の磁極片(2)(2)によって空隙(4)が形成され、また、磁極片(2)(2)の近傍に傾斜磁界コイル(6)(6)が配置されている。

通常、磁極片(2)(2)は、電磁軟鉄、純鉄等のバルク材(一体物)から構成されていることから、空隙(4)内の位置情報を得るために傾斜磁界コイル(6)(6)にパルス電流を通電して所望方向のパルス状傾斜磁界を発生すると、この傾斜磁界の影響にて磁極片(2)(2)内に渦電流が発生し、傾斜磁界の立ち上がり特性を低下させるとともに、パルス電流の通電停止後も、磁極片(2)(2)内に発生する残留磁気にて空隙(4)内の磁界分布の均一度を低下させることとなる。

このような問題点を解決する構成として、発明者は先に磁極片の主要部分をけい素鋼板の積層体にて形成したことを特徴とするMRI用磁界発生装置を提案した(日本特許第2649436号、日本特許第2649437号、米国特許第5283544号、欧州特許第0479514号)。

発明者が先に提案したMRI用磁界発生装置は、図15～図18に示す構成からなる磁極片を使用することを主たる特徴としている。

図15(a),(b)に示す磁極片(10)構成は、純鉄等のバルク材からなる磁性ベース部材(11)の空隙対向面側に環状突起部(12)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングと、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体(13)を配置してなる。

図中(14)は、磁界分布の均一度向上を目的に環状突起部(12)の内側部に形成される凸状突起部であり、上記と同様に複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体を所要数積層することで構成している。

また、図中(15)は、傾斜磁界コイル装着用の軟鉄製コア部である。

図中(16)は、環状突起部(12)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割し、環状突起部(12)に発生する渦電流の発生を低減する目的で形成された直径方向のスリットである。

上記ブロック状積層体(13)は、使用するけい素鋼板が方向性けい素鋼板(JIS C 2553等)の場合は、磁界均一度の観点から図16(a)に示すように所定枚数の小ブロック(13a)(13b)毎に磁化容易軸方向(圧延方向)を90度異なるように積層一体化することが好ましく、また、無方向性けい素鋼板(JIS C 2552等)の場合は、図16bに示すように方向性を考慮することなく単に厚さ方向に積層一体化することで得られる。

図17(a),(b)に示す磁極片(20)構成は、純鉄等のバルク材からなる磁性ベース部材(21)の空隙対向面側に環状突起部(22)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングと、複数枚の無方向性けい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体(23)を配置してなる。

図中(24)は磁界分布の均一度向上を目的に環状突起部(22)の内側部に形成される凸状突起部であり、(25)は傾斜磁界コイル装着用の軟鉄製コア部であり、(26)は環状突起部(22)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割するスリットである。

上記ブロック状積層体(23)は、図17(c)に示すように空隙対向方向に積層する各々小ブロック(23a)(23b)毎に積層方向が90度異なるようにして絶縁性接着剤等にて積層一体化することが好ましい。

図18(a),(b)に示す磁極片(30)構成は、図15(a),(b)及び図17(a),(b)に示す磁極片(10)(20)とはバルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)を使用しない点で大きく異なる。すなわち、バルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)に代えて、図18(c)に示すような複数枚の無方向性けい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した杆状積層体(33)をバルク状磁性材からなる環状支持部材(34)にて支持した構成を使用することを特徴としている。

詳述すると、バルク状磁性材からなる環状支持部材(34)の中央部を矩形状に切り抜き、該切り抜き部内縁に形成される面取部(図示せず)に前記杆状積層体(33a)の面取部(38)を対応させ一方向に配列載架する。さらに、杆状積層体(33a)の空隙対向面側に積層方向が90度異なるようにして杆状積層体(33b)を載置して2層とする。

磁極片全体が略円板状になるよう、環状支持部材(34)の内周面と固定板(35)との間に、長手方向の長さが異なる複数の杆状積層体(33c)を配置するとともに、環状支持部材(34)の内周外縁部の所定位置に固定される固定ブロック(31)を介して環状突起部(32)を構成する断面台形状の軟鉄製磁性リングを載置して磁極片(30)を形成する。

図中(36)は、環状突起部(32)を構成する断面台形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割するスリットである。また(37)は絶縁性粘着テープ等からなる絶縁材である。

以上のような図15(a),(b)、図17(a),(b)、図18(a),(b)に示す磁極片(10)(20)(30)を使用することによって、図13(a),(b)、図14(a),(b)に示す従来のバルク状磁性材からなる磁極片を使用する場合に比べ、傾斜磁界コイルを要因とする磁極片内の渦電流および残留磁気の発生を大幅に低減することができた。

しかし、MRI用磁界発生装置において、鮮明なる画像をより高速にて撮影することへの要望は強まる一方であり、さらなる改良が望まれていた。

発明者の実験によれば、前述の図15(a),(b)及び図17(a),(b)の磁極片(10)(20)構成は、バルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)を使用することから、磁極片全体としての機械的強度(剛性)に優れ、けい素鋼板を所定方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体(13)(23)の積層配置が容易であり組立作業性にも優れている等の長所を有する反面、該磁性ベース部材(11)(21)の存在自体が磁極片内の渦電流および残留磁気の低減を、これ以上向上させることができない要因になっていることが確認された。

すなわち、傾斜磁界コイルによって発生する磁界は、該傾斜磁界コイル直下のブロック状積層体(13)(23)から、そのブロック状積層体(13)(23)を載置する磁性ベース部材(11)(21)を介して環状突起部(12)(22)を構成する軟鉄製磁性リングの表面にまで伝わることから、ブロック状積層体(13)(23)と軟鉄製磁性リングとの磁路中に磁性ベース部材(11)(21)が存在することとなり、結果としてバルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)内に渦電流および残留磁気が発生することが確認された。

図18(a),(b)に示す磁極片(30)構成においても、環状支持部材(34)を効果的に使用することによって図15(a),(b)及び図17(a),(b)の磁極片(10)(20)構成と同様に優れた機械的強度(剛性)と組立作業性が得られる。

この構成では、傾斜磁界コイル直下の杆状積層体(33)の下側に、図15(a),(b)及び図17(a),(b)の磁極片(10)(20)にて使用しているようなバルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)は存在せず、渦電流および残留磁気の低減効果の観点からは望ましいが、杆状積層体(33)の下側に存在する環状支持部材(34)もバルク状磁性材からなることから、結果として、必ずしも要求される渦電流および残留磁気の低減が達成できていないのが現状である。

しかも、環状支持部材(34)の内周面と杆状積層体(33c)との端面が完全接触せず、空間(39)が形成されることから、結果として、環状突起部(32)のけい素鋼板積層体部に対向する側の全面積 S_a と、けい素鋼板積層体部の環状突起部(32)に対向する側の全面積 S_b との比(S_b/S_a)が80%未満(70%~75%程度)であり、該環状突起部(32)とけい素鋼板積層体部との当接部分において磁気飽和状態が発生し、環状突起部(32)に磁束が流れ難くなり、磁極片間の空隙内に効率的に所定の均一な磁界を得ることが困難となる場合があった。

すなわち、環状突起部(32)とけい素鋼板積層体部との当接部分は、磁界発生源からの磁界による磁束密度が、他の部分に比べて非常に高く、特に環状突起部(32)に当接するけい素鋼板積層体部は磁気飽和状態を招かないだけの十分な体積が必要となる。しかし、図18(a),(b)に示す構成では、MRI用磁界発生装置として要求される本来の均一磁界を効率的に得ることができないことを、発明者は確認した。

この発明は、以上のような問題点を解決したMRI用磁界発生装置の提供を目的とするもので、空隙内の磁界均一度を低下させることなく、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の低減を可能とするMRI用磁界発生装置の提供を目的とするものである。

発明者らは、けい素鋼板の積層体の配設を最適化することにより、有効に上記目的が達成できることを知見し、発明を完成したのである。

すなわち、この発明は、空隙を形成して対向する一対の磁極片を有し、該空隙に磁界を発生させるMRI用磁界発生装置において、前記磁極片が、けい素鋼板の積層体からなる本体部と、該本体部の空隙対向面側に配置する磁性環状突起部からなることを特徴とするMRI用磁界発生装置である。

また、発明者らは、前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、電気抵抗の高い非磁性支持部材にて固定支持されてなることを特徴とする構成、及び周方向に複数に分割された磁性環状支持部材にて固定支持された構成、前記磁性環

状突起部が、該環状突起部内に発生する渦電流の低減のためにけい素鋼板の積層体からなる構成、さらに周方向に複数に分割した構成、空隙内の磁界分布の均一度向上のために、磁極片本体部の空隙対向面側で前記磁性環状突起部の内側部にけい素鋼板の積層体からなる凸状突起部を形成した構成などを好ましい構成として提案する。

図面の説明

図1は、この発明によるMRI用磁界発生装置の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図2は、この発明によるMRI用磁界発生装置の構成を示す本体部の斜視説明図である。

図3は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図4は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図5は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図6は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図7は、(a),(b),(c),(d),(e)はこの発明によるMRI用磁界発生装置の磁性環状突起部の構成を示す斜視説明図である。

図8は、この発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図である。

図9は、この発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図である。

図10は、(a)はこの発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図であり、(b)は上面説明図である。

図11は、(a),(b)はこの発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図である。

図12は、空隙内センターからの距離と磁界均一度との関係を示すグラフである。

図13は、従来のMRI用磁界発生装置の構成を示す説明図であり、(a)は正面、(b)横断面を示す。

図14は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は正面、(b)横断面を示す。

図15は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)正面を示す。

図16は、(a),(b)は従来のMRI用磁界発生装置に用いられるブロック状積層体の斜視説明図である。

図17は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)正面を示し、(c)はブロック状積層体の斜視説明図である。

図18は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)正面を示し、(c)は杆状積層体の斜視説明図である。

発明を実施するための最良の形態

この発明を図1～図12に示す実施例に基づいて説明する。

図1(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(40)は、電気抵抗の高い非磁性環状支持部材(43)にて固定支持された複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体からなる本体

部(41)と、該本体部(41)の空隙対向面側に載置する断面矩形状の磁性環状突起部(42)を主たる構成材としている。

本体部(41)は、けい素鋼板からなる複数のブロック状積層体を一旦矩形板状に一体化した後、全体として略円板状になるよう、外周部をウォータージェット加工、レーザー加工、機械加工、放電加工等にて所定形状に加工し、さらに、その周縁に樹脂、ベークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い非磁性環状支持部材(43)を配置して固定支持する。なお、これら複数のブロック状積層体と非磁性環状支持部材(43)をエポキシ樹脂等にてモールド化することによって、機械的強度を確保することも可能である。

さらに、空隙内の磁界分布の均一度向上を目的に、前記の略円板状に加工されたけい素鋼板積層体の空隙対向面側で前記磁性環状突起部(42)の内側部に形成されるけい素鋼板の積層体からなる凸状突起部(44)を設けることもできる。この凸状突起部(44)も、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体にて構成している。

図において、凸状突起部(44)は磁性環状突起部(42)の内側部全面に前記ブロック状積層体を敷設し、特に中央部の磁極片対向方向の厚さを大きくして全体として凸状となるように構成しているが、磁性環状突起部(42)内側近傍に敷設することなく、中央部にのみ敷設することも有効である。

この発明において、けい素鋼板の積層体からなる本体部とは、前記の凸状突起部(44)を含めた、いわゆる傾斜磁界コイルに対向する部分を示す。以下に説明する磁極片の構成においても凸状突起部を設けた構成にて説明するが、該凸状突起部は、この発明において必須のものではない。すなわち、空隙内の磁界分布の均一度向上を達成するためには、凸状突起部を設けることなく、例えば前記略円板状けい素鋼板積層体の空隙対向面(平坦面)の所定位置に鉄片や永久磁石片等を配置する等、他の構成を採用することも可能である。

図1(c)に、本体部(41)を構成するけい素鋼板のブロック状積層体の積層方向の関係を斜視図にて示す。これらの各々ブロック状積層体は先にも説明したように、使用するけい素鋼板が方向性けい素鋼板(JIS C 2553等)の場合は、磁界均一度の観点から図16(a)に示すように所定枚数の小ブロック毎に磁化容易軸方向(圧延方向)を90度異なるように積層一体化することが好ましく、また、無方向性けい素鋼板(JIS C 2552等)の場合は、図16(b)に示すように方向性を考慮することなく単に厚さ方向に積層一体化することで得られる。

なお、図2に示すように、隣接するけい素鋼板のブロック状積層体の各々接続端面(側面)部41a,41bが各々積層体の積層方向で一致しないように配置することによって、傾斜磁界コイルによる渦電流や残磁の影響を一層低減することができる。

すなわち、各々ブロック状積層体の接続端面部に必然的に形成される隙間から傾斜磁界コイルによって発生する磁界が漏れ、その漏れ磁界が磁界発生源となる永久磁石構成体に作用すると、わずかではあるが永久磁石構成体表面にも渦電流が発生し、該渦電流を要因とする発熱等から空隙内の磁界均一度を不安定とする。

しかし、図2のように、けい素鋼板のブロック状積層体の各々接続端面部が一致しないように配置することによって、ブロック状積層体の積層方向に直交する方向(図中水平方向)の実質的な透磁率が大きくなり(磁器抵抗が小さくなり)、傾斜磁界コイルによって発生する磁界が永久磁石構成体に侵入することなく、磁極片内にて磁路を形成する。

以下に説明する磁極片においても、けい素鋼板のブロック状積層体の各々接続端面部の配置には同様な構成を採用することが望ましい。

図中(46)は、磁性環状突起部(42)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割し、磁性環状突起部(42)内に発生する渦電流の発生を低減する目的で形成された直径方向のスリットである。

以上の構成において、本体部(41)と磁性環状突起部(42)との関係を図8にて詳述する。本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部は略円板状を形成しており、その外径寸法 D_0 は磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 とほぼ同一となる。したがって、磁性環状突起部(42)の本体部(41)との対向面側は全てけい素鋼板積層体部に当接することとなる。

したがって、磁界発生源となる永久磁石構成体(1)からの磁界による磁束が、けい素鋼板積層体部と磁性環状突起部(42)との当接部において磁気飽和状態を招くことなく、MRI用磁界発生装置の所定空隙内に要求される本来の磁界強度を効率的に発生することが可能となる。

また、本体部(41)には、磁性環状突起部(42)の内径 D_2 よりも内側部だけでなく直下部にもバルク状磁性材が配置されていない。すなわち、傾斜磁界コイルの直下近傍にバルク状磁性材が配置されないことから、目的とする渦電流および残留磁気の低減効果を得ることが可能となる。

なお、本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部の外径寸法 D_0 は、図示のように磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 と同等とする構成に限定されるものではない。例えば、磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 より大とすることも可能であるが、必要以上に大きくすることは、該けい素鋼板積層体部外周部からの磁束漏洩を増加させることから、好ましくない。

また、けい素鋼板積層体部の外径寸法 D_0 を磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 より小とすることも可能であるが、必要以上に小さくすることは、該けい素鋼板積層体部と磁性環状突起部(42)との当接部における磁気飽和状態を招くことから、少なくとも磁性環状突起部(42)のけい素鋼板積層体部に対向する側の全面積 S_a と、けい素鋼板積層体部の磁性環状突起部(42)に対向する側の全面積 S_b との比(S_b/S_a)が少なくとも80%以上になるように設定することが望ましい。好ましくは85%以上、より好ましくは90%以上であり、図においては100%の場合($S_a=S_b$)を示している。

図では、非磁性環状支持部材(43)が磁性環状突起部(42)より外側に配置する構成を示しているが、上記のように本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部の外径寸法 D_0 を磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 より小とすると、必然的に非磁性環状支持部材(43)の一部または全部が磁性環状突起部(42)の直下部に配置されることとなる。

しかし、該非磁性環状支持部材(43)を前述のような樹脂、ペークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い材料の内から選定すれば、渦電流および残留磁気の低減の観点からは目的とする効果を得ることが可能となる。

図3(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(50)は、本体部(51)以外は磁性環状突起部(52)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図3(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(50)は、本体部(51)を構成する非磁性環状支持部材(53)にて固定支持される略円板状けい素鋼板積層体部が、円板状シート材からなる複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化して形成されている。図3(c)に凸状突起部(54)を含む本体部(51)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

この構成においては、凸状突起部(54)以外は図1に示すような複数のブロック状積層体を組み合わせる必要がないため、製作が容易であるだけでなく、機械的強度にも優れる。また、渦電流および残留磁気の低減効果を一層高めるためには、該円板状シート材からなるけい素鋼板積層部を周方向に分割し、半円状、扇状等の積層体を組み合わせた構成とすることが好ましい。

図4(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(60)は、本体部(61)以外は磁性環状突起部(62)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図4(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(60)においては、本体部(61)を構成する非磁性環状支持部材(63)にて固定支持される略円板状のけい素鋼板積層体部が、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体を配置して形成される。



本体部(61)は、先に図17(c)にて説明したように空隙対向方向に積層する各々小ブロック毎に積層方向が90度異なるように配置するとともに、同一平面上にて隣接する各々ブロック状積層体の積層方向が90度異なるようにして配置することが、磁界均一度の観点及び機械的強度の観点からも好ましい。図4(c)に凸状突起部(64)を含む本体部(61)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

図5(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(70)は、本体部(71)以外は磁性環状突起部(72)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図5(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(70)は、本体部(71)を構成する非磁性環状支持部材(73)にて固定支持される略円板状のけい素鋼板積層体部が、複数枚の帯状けい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した積層体を配置して形成される。図5(c)に凸状突起部(74)を含む本体部(71)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

組立性及び機械的強度を考慮し、内周側端部にけい素鋼板の支持部(73a)を突設した非磁性環状支持部材(73)を準備し、該支持部(73a)の形状に対応した面取部(71a)を有する長手方向の長さが異なる帯状けい素鋼板を順次配列載架したり、予め複数枚毎に積層一体化して杆状積層体とした後に配列載架する方法等が採用できる。

また、複数枚の帯状けい素鋼板を一定方向に積層して一体化した矩形板状積層体をウォータージェット加工等によって略円板状にし、その周縁部に非磁性環状支持部材(73)の支持部(73a)の形状に対応した面取部(71a)を形成し、載架することも可能である。

なお、使用するけい素鋼板は方向性けい素鋼板、無方向性けい素鋼板のいずれでも良いが、積層体を構成する各々帯状けい素鋼板片を所要形状に切断する際に方向性を考慮する必要がない等、製造性の観点から無方向性けい素鋼板の使用が好ましい。

図6(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(80)は、凸状突起部(84)以外は磁性環状突起部(82)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図6(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(80)は、本体部(81)の空隙対向面側に形成される凸状突起部(84)が、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体を配置した構成からなる。図6cに凸状突起部(84)を含む本体部(81)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

なお、本体部(81)を構成する略円板状のけい素鋼板積層体部は、図17(c)にて説明したように空隙対向方向に積層する各々小ブロック毎に積層方向が90度異なるように配置するとともに、同一平面上にて隣接する各々ブロック状積層体の積層方向が90度異なるようにして配置することが、磁界均一度の観点及び機械的強度の観点から好ましい。なお、符号83は非磁性環状支持部材である。

凸状突起部(84)を構成するけい素鋼板は方向性けい素鋼板、無方向性けい素鋼板のいずれでも良いが、ブロック状積層体を構成する各々けい素鋼板片を所要形状に切断する際に方向性を考慮することがない等、製造性の観点から無方向性けい素鋼板の使用が好ましい。

以上に説明したこの発明に係る磁極片(50)(60)(70)(80)は、本体部(51)(61)(71)(81)と磁性環状突起部(52)(62)(72)(82)との関係が、いずれも図1(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(40)の場合と同様であり、目的とする本体部(51)(61)(71)(81)と磁性環状突起部(52)(62)(72)(82)との当接部において磁気飽和状態を招くことなく、MRI用磁界発生装置の所定空隙内に要求される本来の磁界強度を効率的に発生することが可能となり、しかも渦電流および残留磁気の低減効果を得ることが可能となる。

以上の構成においては、本体部を固定支持する環状支持部材が樹脂、バークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い材料にて構成されることから、該非磁性環状支持部材の一部または全部が磁性環状突起部の直下部に配置

されることとなっても、渦電流および残留磁気低減の観点からは目的とする効果を得ることが可能であることは先に説明した通りである。

しかし、図10(a)に示すように、機械的強度や加工性等の観点から、本体部(91)を固定支持する環状支持部材として軟鉄製の磁性材を使用する場合に、該磁性環状支持部材(93)の一部または全部が磁性環状突起部(92)の直下部に配置されると、渦電流および残留磁気の高減効果が大幅に減少することとなる。

本発明者の実験によれば、図10(b)に示すように、磁性環状支持部材(93)をスリット(96)にて周方向に複数に分割(図は8分割の場合を示す)することによって、上記の渦電流および残留磁気の高減効果の減少を抑制することが可能であることが確認できた。

また、磁性環状支持部材(93)を使用した場合は、非磁性環状支持部材を使用した場合とは異なり、磁性環状支持部材(93)自体が、磁界発生源となる永久磁石構成体(1)からの磁界による磁束を環状突起部に伝える磁路形成用部材となることから、磁束が本体部と磁性環状突起部との当接部において磁気飽和状態を招くことなく、MRI用磁界発生装置の所定空隙内に要求される本来の均一な磁界を効率的に形成することが可能となる。

したがって、環状支持部材は本体部を構成するけい素鋼板の積層構成や形状寸法等を要因とする磁極片の全体的な機械的強度とともに、本体部と磁性環状突起部との当接部における磁気飽和状態、渦電流および残留磁気の高減効果等を考慮して、樹脂、ベークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い非磁性材や、軟鉄製の磁性材のいずれかを選定することが望ましく、特に、磁性材からなる場合は、上記のような周方向に複数に分割した構成を採用することが望ましい。

また、軟鉄製支持部材に換えて、Al、Cu、ステンレス鋼などの金属からなる非磁性材を使用することも可能であるが、これらの材料も電気抵抗が低いた



め、軟鉄製支持部材と同様に周方向に複数に分割した構成を採用することが望ましい。

なお、以上の構成においては、いずれも環状支持部材を使用した構成にて説明したが、磁極片全体の形状寸法、ブロック状けい素鋼板積層体各々の形状寸法、互いの接着強度の他、一体化方法等、すなわち磁極片全体を樹脂モールドする方法、金属繊維で編み込む方法、治具にて一体化しておき、磁界発生源となる永久磁石構成体などの上に載置一体化した後治具を取り外す方法等に応じ、必然的に決定される磁極片の機械的強度、例えば磁界発生源が永久磁石構成体からなる場合、磁界発生源からの吸引力によって目的とする形状が維持できるか否かによって環状支持部材の要否を決定すればよい。さらに、上記非磁性環状支持部材と磁性環状支持部材を併用することも可能であり、各々の形状も図示の構成に限定されるものではない。

各々支持部材は、特に磁界発生源上に載置する場合に、磁極片に要求される上記機械的強度を確保するために有効であるが、磁界発生源上に載置し、磁界発生装置の組み立てが完了し、目的とする磁極片形状が維持できるようになれば、必ずしも必要ではなく、磁極片周辺に配置される他の機器等との関係を考慮して、組立完了後除去してもよい。また、環状支持部材の有無の他、ブロック状けい素鋼板積層体の一体化方法などに応じて、本体部の外周部は必ずしも略円板状に加工する必要はない。

以上の構成においては、いずれも本体部の空隙対向面側に載置する環状突起部として断面矩形状のバルク状磁性材を使用した構成を示したが、MRI装置用磁界発生装置に要求される諸特性を満たすためには、環状突起部における渦電流及び残留磁気の低減も効果的であり、図7に示すように、環状突起部の表層部又は全体をけい素鋼板の積層体で構成することが望ましい。図7では周方向に分割された環状突起部の一部分を斜視図にて示している。

すなわち、図7(a)は断面矩形状のバルク状磁性材のみを使用した磁性環状突起部(42)であるが、図7(b)は環状突起部の表層部のみをけい素鋼板の積層体とすべく、断面矩形状のバルク状磁性材(42a)を芯材とし、その周囲、すなわち空隙対向面及び内周面に磁極片の対向方向に積層するようにしてけい素鋼板(42b)の積層体を配置したものである。

図7(c)は環状突起部全体を磁極片の対向方向に積層したけい素鋼板(42c)の積層体にて構成したものである。また、図7(d)は断面矩形状のバルク状磁性材(42a)を芯材とし、その周囲(空隙対向面及び内周面)に磁極片の対向方向と直交する方向に積層するようにしてけい素鋼板(42d)の積層体を配置したものである。さらに、図7(e)は環状突起部全体を磁極片の対向方向と直交する方向でかつ同心状に積層したけい素鋼板(42e)の積層体にて構成したものである。

図9は、図1の構成において磁性環状突起部(42)を上記図7(c)の構成としたもので、該環状突起部(42)における渦電流及び残留磁気の低減をも可能とし、磁極片全体としての特性を大幅に向上することができる。

この構成では、磁性環状突起部(42)もけい素鋼板の積層体にて形成されることから、磁極片全体の機械的強度は図1(a),(b),(c)の構成よりも若干劣る。したがって、前記非磁性環状支持部材(43a)(43b)を本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部の周縁、及び磁性環状突起部(42)の周縁に配置した後、これらを一体的に包囲するように非磁性環状支持部材(43c)を配置し、さらに樹脂モールドすることによって、磁極片全体の機械的強度を向上することが可能となる。

また、この発明の磁界発生装置を構成する磁極片は実質的に複数のブロック状けい素鋼板積層体にて構成するから磁極片全体の機械的強度を向上させるためには、若干、本来の渦電流及び残留磁気の低減効果が損なわれるものの、図11(a)に示すように、磁極片の底部すなわちけい素鋼板の積層体からなる本体部(41)の空隙対向面との反対側表に磁性薄板(47)を接着固定することも有効である。

この磁性薄板(47)によって、個々のブロック状けい素鋼板積層体の接着面積を増加させ互いの横ずれを防ぐことが可能となる。しかし、この磁性薄板(47)が必要以上に厚くなると目的とする渦電流及び残留磁気の低減効果が得られない。

従って、磁性薄板(47)の厚さは極力薄くすることが望ましく、けい素鋼板の積層体からなる本体部の厚さ(凸状突起部を設けた場合は、該凸状突起部を含めた厚さ)の10%以下とすることが望ましい。磁極片の機械的強度の確保の為に、上記磁性薄板の厚さを本体部の厚さの3%以下にすることで達成可能であるが、磁性環状突起部等の他の部材とのねじによる一体化等を考慮すると5%程度とすることが取扱い上の観点からも効果的である。

上記の磁性薄板を配置する場合でも、渦電流及び残留磁気の低減効果の観点から、周方向に複数に分割し、半円状、扇状等を組み合わせた構成とすることが望ましい。

また、磁性環状突起部と本体部とをねじにて一体化するために、図11(b)に示すように傾斜磁界コイルにより発生する磁界の影響を比較的受けにくい磁性環状突起部42の直下部で磁性薄板(47)の周縁部に相当する位置に、周方向に複数に分割した偏平リング状磁性板(48)(本体部(41)の厚さの20%以下、望ましくは15%以下)を配置してもよい。

さらに、上記の磁性薄板(47)にかえて、樹脂、ベークライト、FRP等の電気抵抗の高い非磁性薄板を配置する構成を採用することも可能である。この非磁性薄板の配置は、渦電流及び残留磁気の発生要因とはならず、その厚さは任意に選定可能であるが、厚すぎると磁界発生源から発生する磁界を効率的に空隙内に形成することができなくなる。

従って、永久磁石構成体を磁界発生源として用いる構成において、非磁性薄板を配置した場合には、永久磁石として通常より高磁気特性を有する物を使用したり、永久磁石構成体の体積を若干増加させることが望ましい。

また、磁界発生源として、電磁コイルを用いる構成においては、電磁コイルに印加する電流を若干増加させることが望ましい。

この発明のMRI用磁界発生装置は、磁界発生源としてR-Fe-B系磁石等の永久磁石を採用した構成に限定されることなく、鉄心の周囲に電磁コイル(常伝導コイル、超伝導コイル等を含む)を巻回配置した構成等も含むが、磁極片の本体部をけい素鋼板に積層体にて構成した特徴を最も有効に活用するためには、本質的に電気抵抗が高く、透磁率の小さな永久磁石を採用した構成が望ましい。

すなわち、前記磁極片の本体部が磁界発生源である永久磁石構成体に載置する構成が望ましい。また、磁極片本体部の空隙対向面との反対側表面に電気抵抗の高い非磁性薄板を配置した構成では、鉄心の周囲に電磁コイルを巻回配置した構成でも、この発明の磁極片構成の特徴を有効に活用することが可能である。

その他、この発明の磁界発生装置においては、上記の図示の構成に限定されることなく、必要に応じて公知の技術を付加・採用することが可能である。

実 施 例

実施例1

この発明のMRI用磁界発生装置の効果を確認するために、以下の方法により、渦電流及び残留磁気の低減効果を評価した。すなわち、各種磁極片の上に傾斜磁界コイルを載置し、該磁界コイルに所定のパルス幅(1msec、3msec、5msec)からなるパルス電流(500AT)を流し、その残留磁気の大きさをミリガウスメータにて測定し、その測定結果を表1,2に示す。

磁極片本体部は、外径1000mm、厚さ60mm(凸状突起部を含めた最大厚さ)とした。また、環状突起部は、外径1000mm、内径920mm、厚さ50mmとし、磁極片本体部の周縁部に載置した、さらに、FRP(ガラス繊維入り強化プ

ラスチック)支持部材の外径1040mm、内径1000mm、厚さ50mm、鉄支持部材の外径1000mm、内径960mm、厚さ50mmとした。

また、通常金属中に流れる渦電流自体を測定することは極めて困難であることから、パルス幅を変化させた場合の残留磁気の変化量で渦電流の大きさを評価した。表中の値は1msecの残留磁気と5msecの残留磁気との差を示す。すなわち、短いパルス幅は高い周波数に相当し、反対に長いパルス幅は低い周波数に相当する。パルス幅を変化して残留磁気の大きさが変化するということは、周波数に依存していることとなる。従って、変化量が大きいことは渦電流が大きくなり、結果として鮮明な画像が得られなくなる。

この発明による磁極片A~Eは、図15に示す従来構成、すなわち、磁極片本体部に厚さ30mmの鉄のバルク材からなる磁性ベース部材を配置した構成からなる磁極片に比べ、いずれのパルス幅においても残留磁気の値は小さく、また、残留磁気の変化量が小さいことが分かる。特に支持部材としてFRPを用い、環状突起部を積層けい素鋼板にて構成した磁極片Bは、他の構成に比べて残留磁気の値とともに残留磁気の変化量が非常に小さく、残留磁気及び渦電流の低減効果が極めて高いことが分かる。

支持部材として鉄を使用した場合、該支持部材が分割されていない、いわゆるバルク状の場合(参考例)は、磁極片本体部にけい素鋼板の積層体を使用しても、その効果を有効に活用することができず、環状突起部の直下部に配置される鉄製支持部材の影響によって、残留磁気及び渦電流ともに従来構成と同等か、あるいはかえって悪い結果を示す場合があることが分かる。

しかし、支持部材を分割することによって磁極片Cに示すように、さらに環状突起部として積層けい素鋼板を用いることによって磁極片Dに示すように、磁極片本体部にけい素鋼板の積層体を使用することによる効果を有効に実現することができる。

磁極片Eは、図3に示す構成にさらに環状突起部として積層けい素鋼板を用いた構成で、他の磁極片A～Dに比べ若干残留磁気及び渦電流の低減効果が低いが、従来構成の磁極片よりもすぐれていることは明白である。この発明による図4～図6の構成においても磁極片Eにて示した効果とほぼ同等以上の効果が得られる。

磁極片Bにさらに厚さ1.5mmの磁性薄板を配置した構成(図11参考)にて、同様な測定を実施したところ、磁性薄板による渦電流及び残留磁気の影響はほとんどなく、磁極片Bの場合と同等な測定結果が得られた。

表1

	構成	環状突起		支持部材	
	参考図	材質	円周方向 分割	材質	円周方向 分割
従来例 比較例	図15	鉄	8分割	なし	-
	図10	鉄	8分割	鉄	なし
本発明	A 図1	鉄	8分割	FRP	-
	B 図9	積層けい素鋼板	8分割	FRP	-
	C 図10	鉄	8分割	鉄	8分割
	D 図10	積層けい素鋼板	8分割	鉄	8分割
	E 図3	積層けい素鋼板	8分割	FRP	-

表2

	構成	残留磁気測定結果			渦電流評価*
	参考図	1msec	3msec	5msec	
従来例 比較例	図15	95	63	49	46
	図10	101	60	48	53
本発明	A 図1	36	26	24	12
	B 図9	22	21	20	2
	C 図10	54	29	22	32
	D 図10	39	27	23	16
	E 図3	75	52	36	39

渦電流評価*:(1msecの残留磁気)-(5msecの残留磁気)

実施例2

図12は、環状突起部とその直下部に配置される磁極片本体部との当接部の面積比によるMRI用磁界発生装置(磁界発生源としてR-Fe-B系磁石からなる永久磁石構成体を配置)の空隙内における磁界均一性への影響を測定した結果を示すグラフである(磁極片の構成は図1の構成を採用した)。すなわち、横軸はMRI用磁界発生装置の空隙内のセンターからの半径方向の距離を示し、縦軸は該空隙内の磁界均一度を示す。

グラフ中の曲線は上から上記面積比が、100%、80%、70%、50%の場合を示す。すなわち、磁極片本体部の環状突起部への当接部の面積が小さくなるに従って、磁界均一性が大幅に低下することが分かる。

この発明では上記の面積比を80%以上とすることが可能であり、磁界均一性の低下を招くことなく、前述の残留磁気及び渦電流の低減効果が得られることが明らかとなった。

産業上の利用可能性

この発明のMRI用磁界発生装置は、実施例に明らかなように、けい素鋼板の積層体よりなる本体部と本体部の空隙対向面側に配置する環状突起部とを効果的に組み合わせた磁極片を使用することにより、該環状突起部近傍にて磁気飽和状態を招くことなく、空隙内に所望の均一度を有する静磁界を形成させるとともに、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の低減を可能とするMRI用磁界発生装置の提供するものである。

請求の範囲

1. 空隙を形成して対向する一対の磁極片を有し、該空隙に磁界を発生させるMRI用磁界発生装置において、前記磁極片が、けい素鋼板の積層体からなる本体部と、該本体部の空隙対向面側に配置する磁性環状突起部からなるMRI用磁界発生装置。
2. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、電気抵抗の高い非磁性支持部材にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
3. 前記電気抵抗の高い非磁性支持部材が樹脂、バークライト、FRP等の非金属からなる請求の範囲第2項のMRI用磁界発生装置。
4. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、周方向に複数に分割された磁性環状支持部材にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
5. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、本体部の空隙対向面との反対側表面に配置する本体部の厚さの10%以下の厚さからなる磁性薄板にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
6. 前記磁性薄板が周方向に複数に分割されている請求の範囲第5項のMRI用磁界発生装置。
7. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、本体部の空隙対向面との反対側表面に配置する電気抵抗の高い非磁性薄板にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
8. 前記磁性環状突起部がけい素鋼板の積層体からなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。

9. 前記本体部及び磁性環状突起部が空隙対向方向に積層したけい素鋼板からなる請求の範囲第8項のMRI用磁界発生装置。
10. 前記磁性環状突起部のけい素鋼板の積層体からなる本体部に対向する側の全面積 S_a と、けい素鋼板の積層体からなる本体部の磁性環状突起部に対向する側の全面積 S_b との比(S_b/S_a)が少なくとも80%以上である請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
11. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が磁界発生源である永久磁石構成体に載置する請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。

要 約 書

この発明は、空隙内の磁界均一度を低下させることなく、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の低減を可能とするMRI用磁界発生装置の提供を目的とし、けい素鋼板の積層体よりなる本体部41と本体部41の空隙対向面側に配置する磁性環状突起部42とを効果的に組み合わせた磁極片40を使用することにより、該環状突起部42近傍にて磁気飽和状態を招くことなく、空隙内に所望の均一度を有する静磁界を形成させるとともに、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片40内の渦電流及び残留磁気の低減を可能とする。

图1(a)

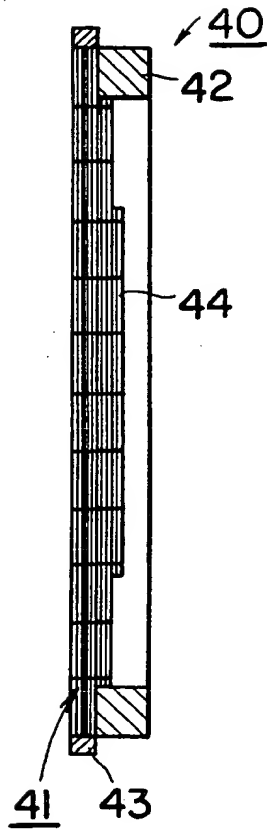


图1(b)

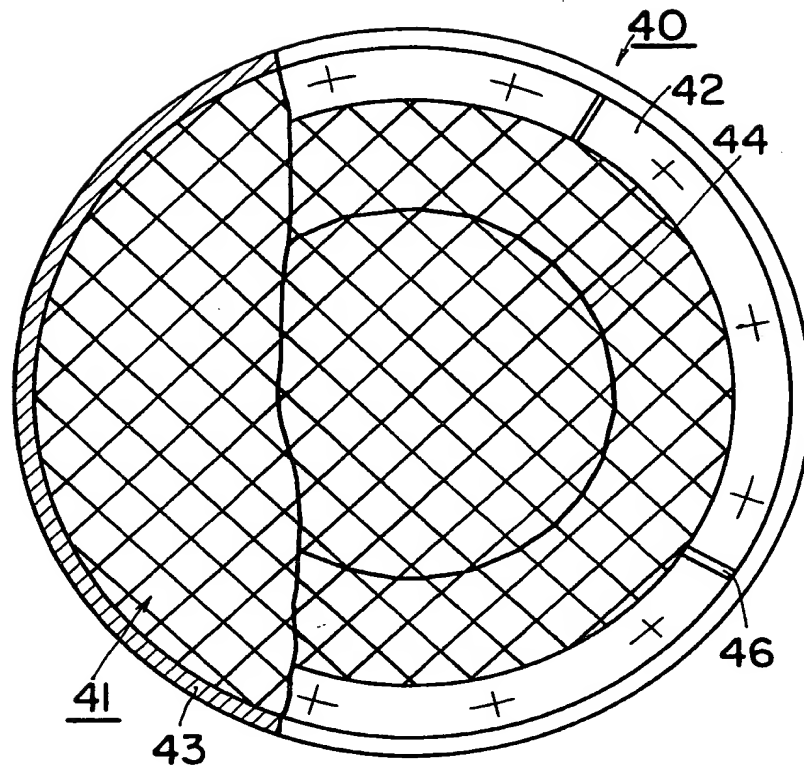


图1(c)

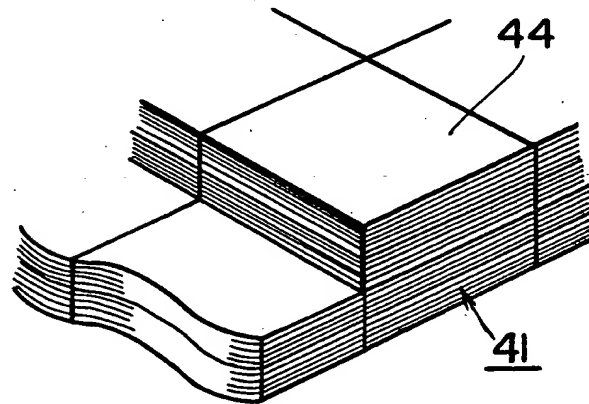


图2

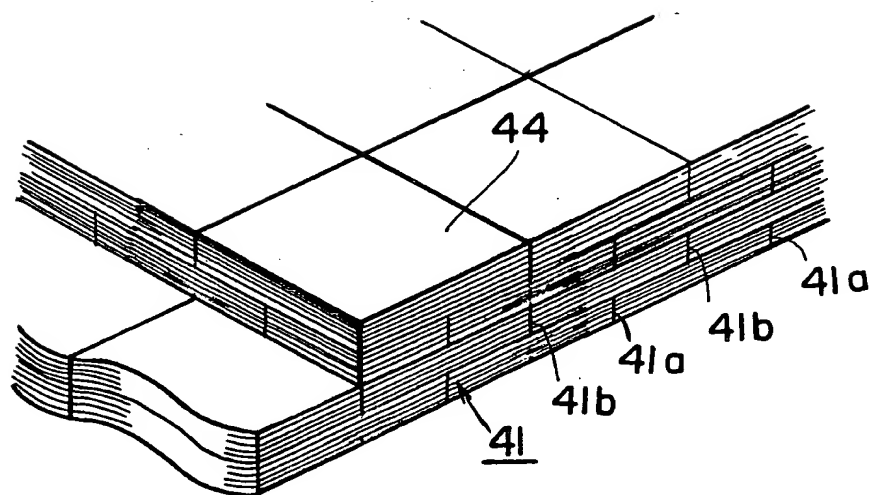


図3(a)

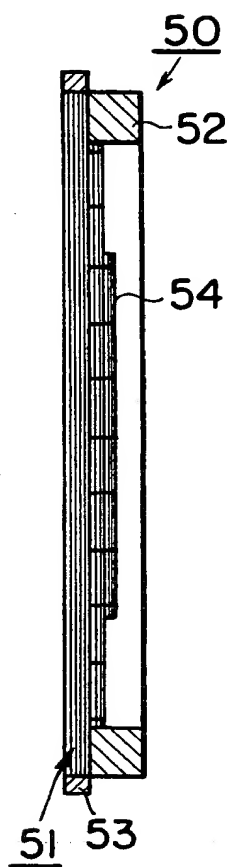


図3(b)

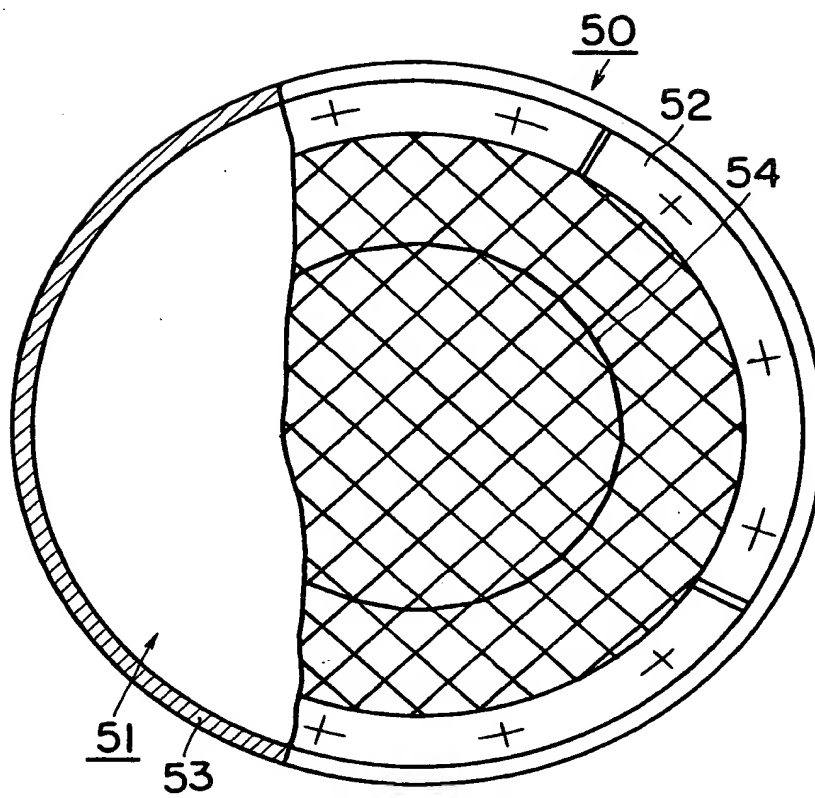


図3(c)

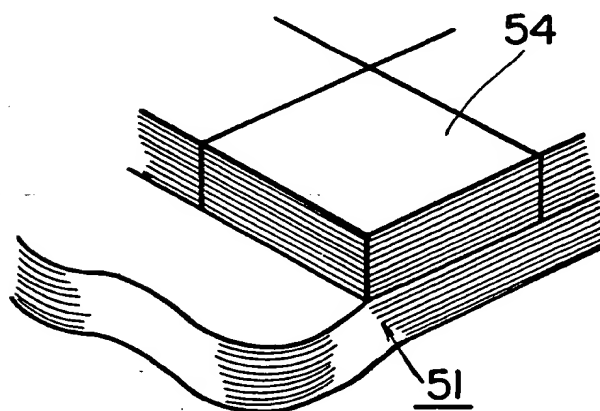


図4(a)

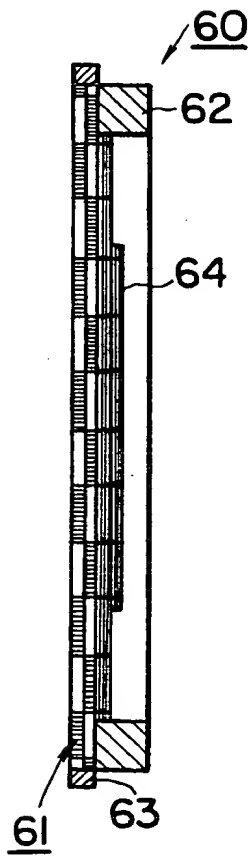


図4(b)

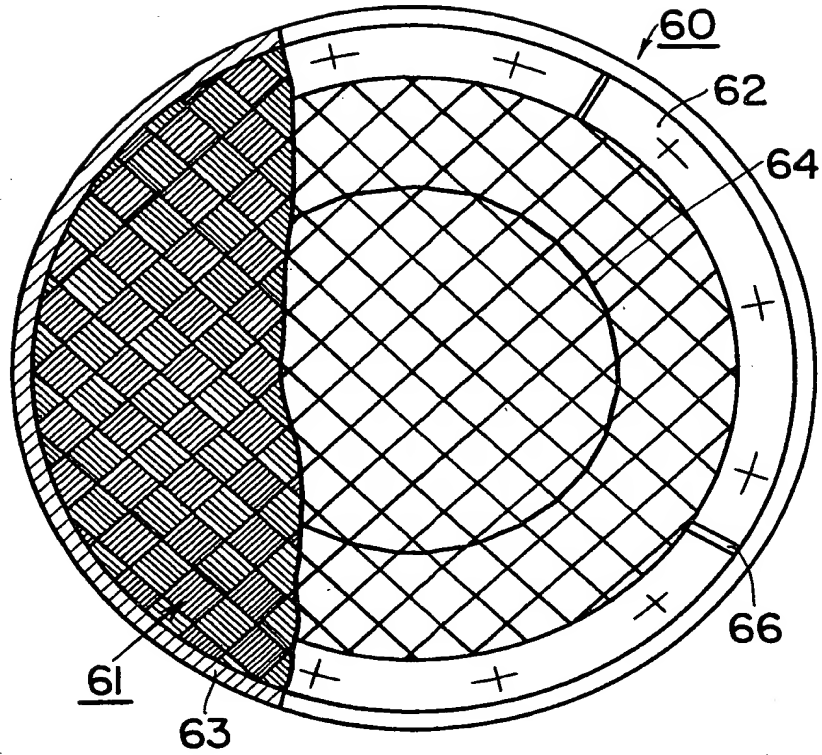


図4(c)

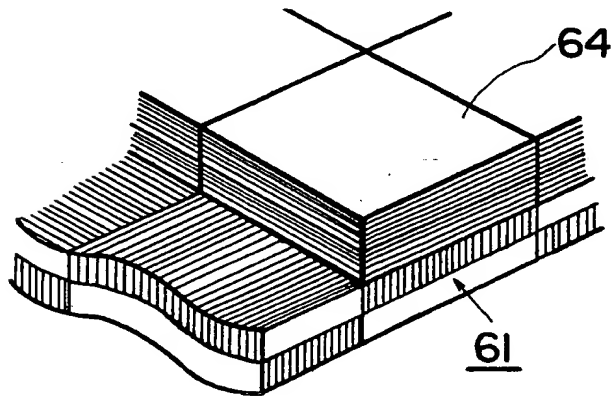


図5(a)

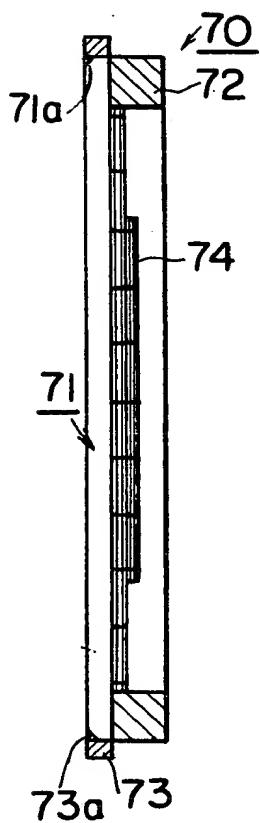


図5(b)

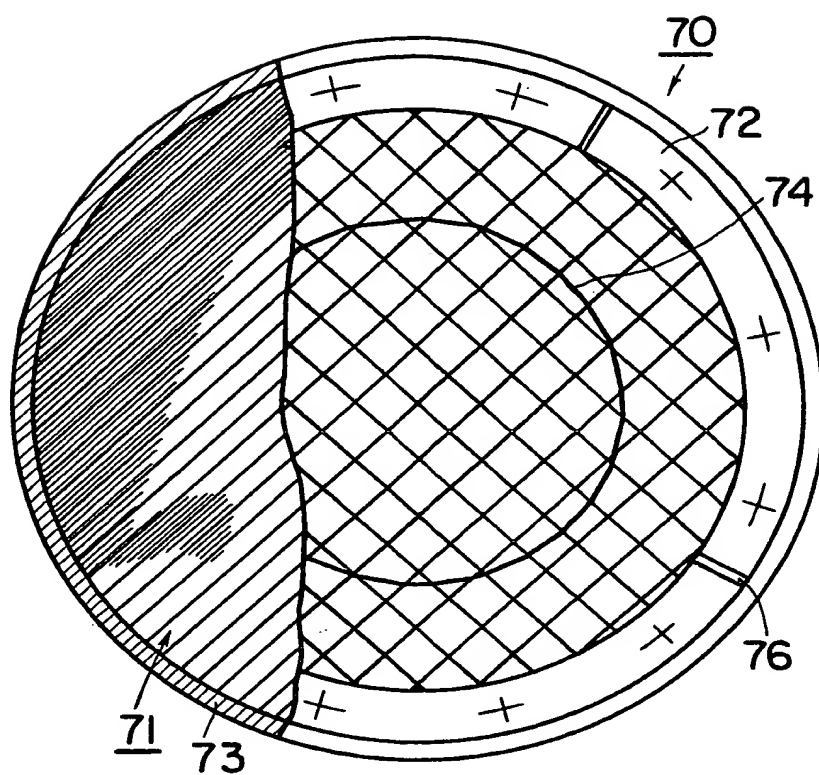


図5(c)

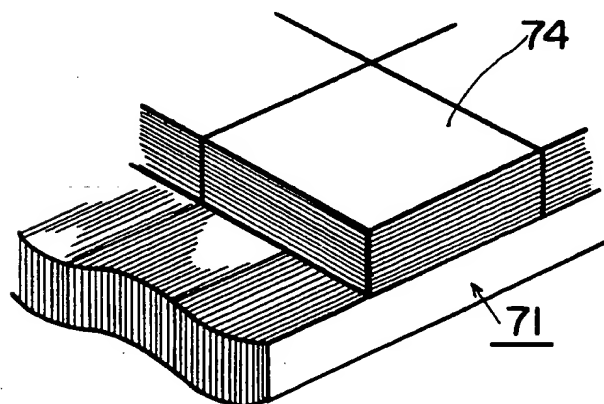


図6(a)

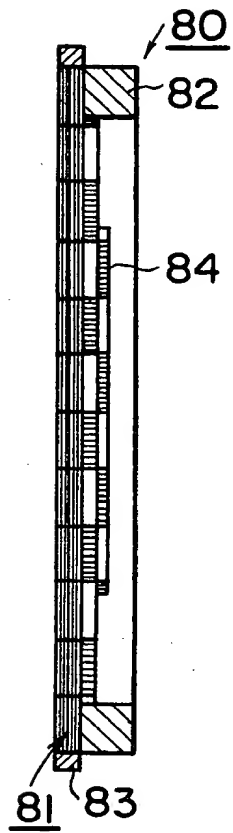


図6(b)

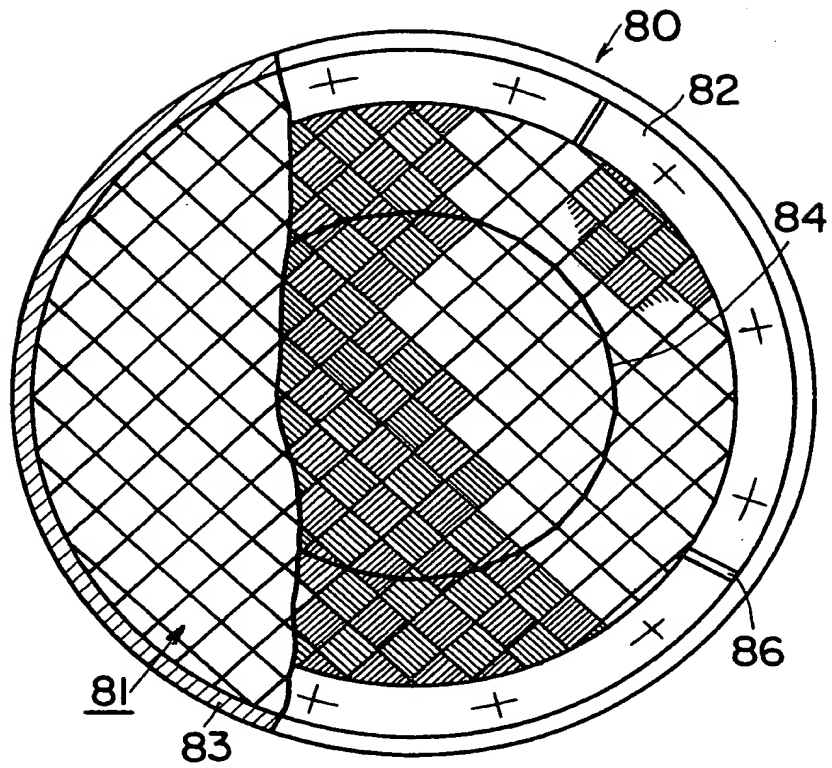


図6(c)

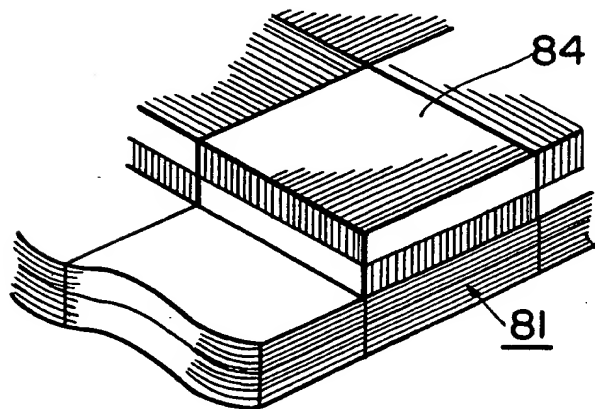
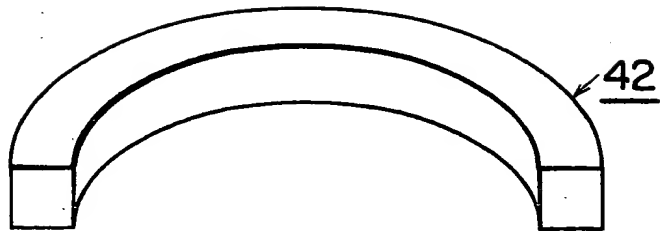


図7

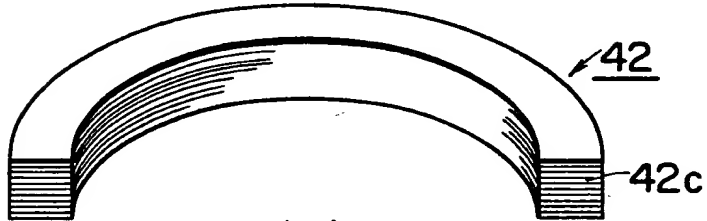
(a)



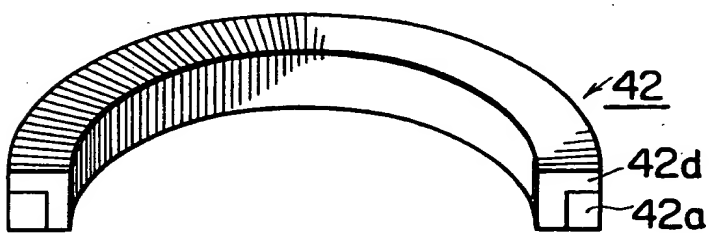
(b)



(c)



(d)



(e)

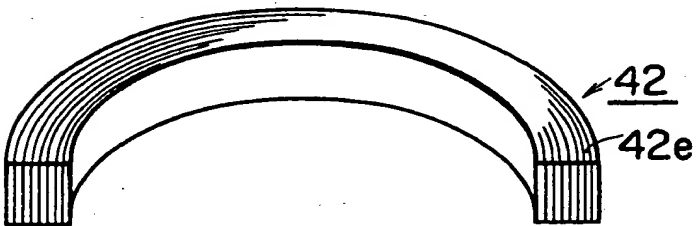




図8

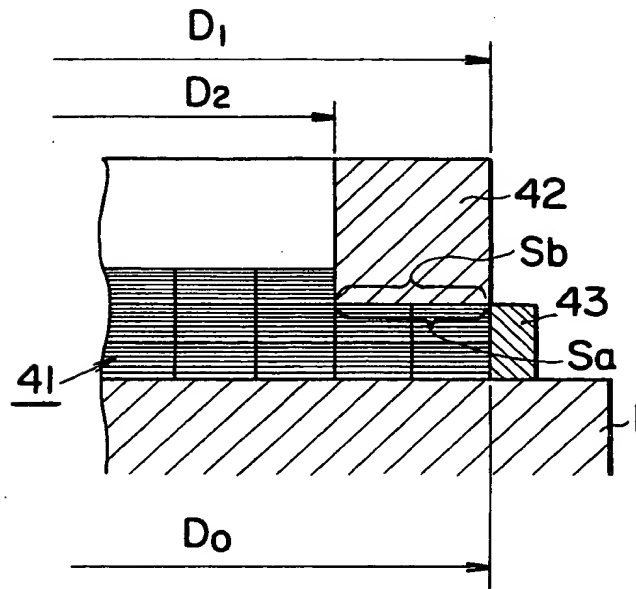


図9

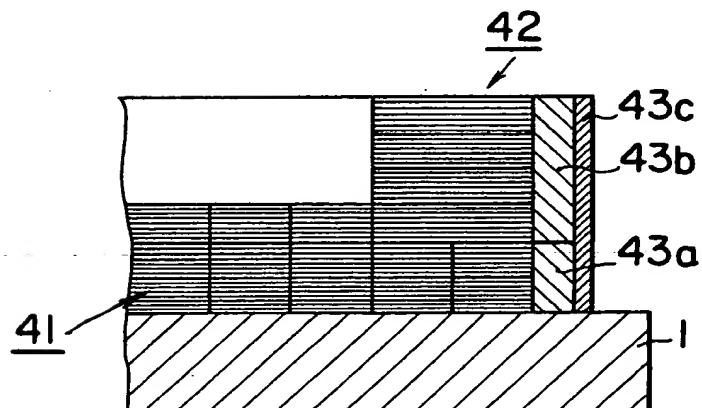


图10(a)

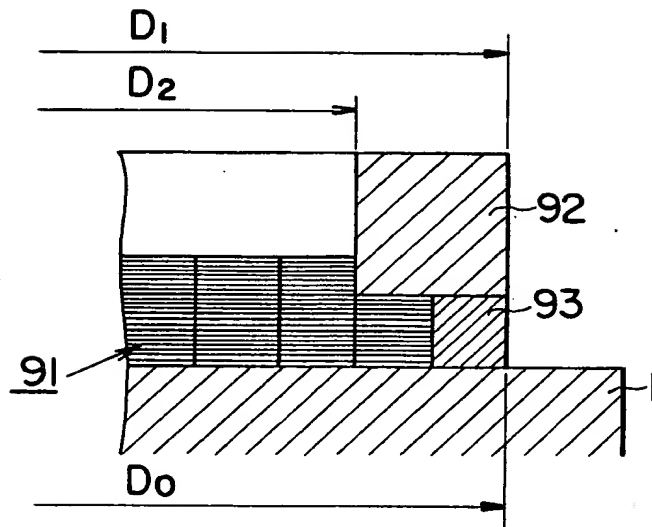


图10(b)

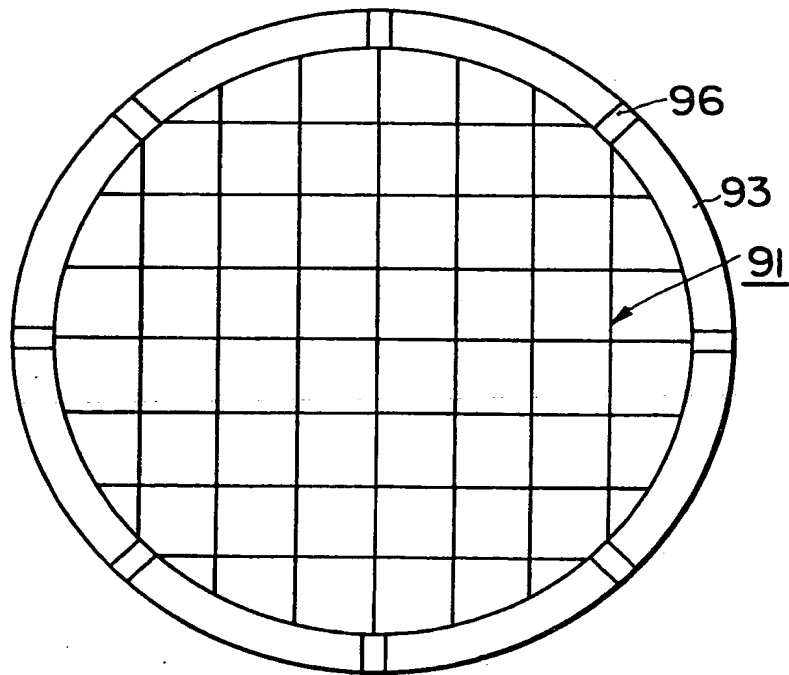


図11(a)

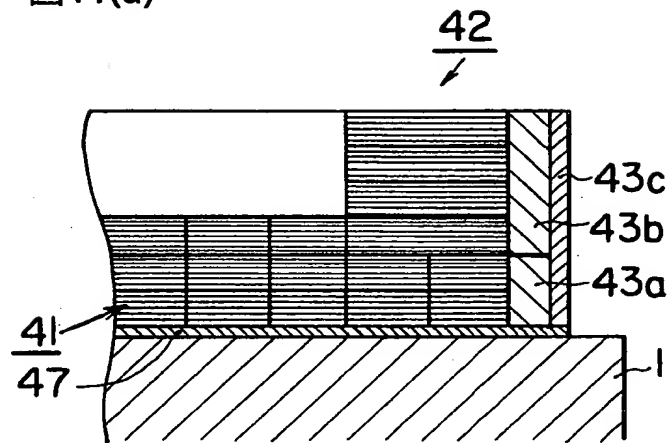


図11(b)

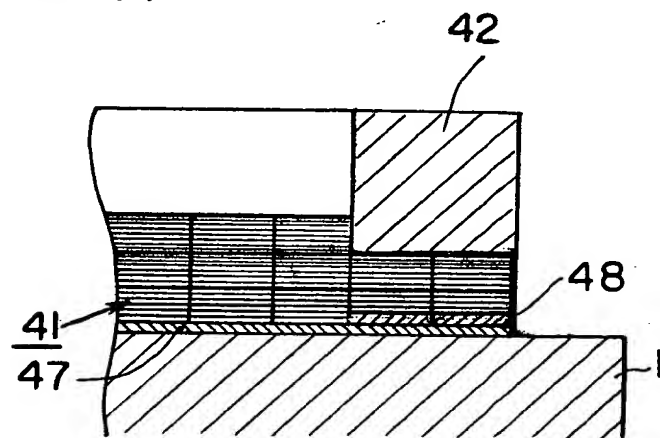


図12

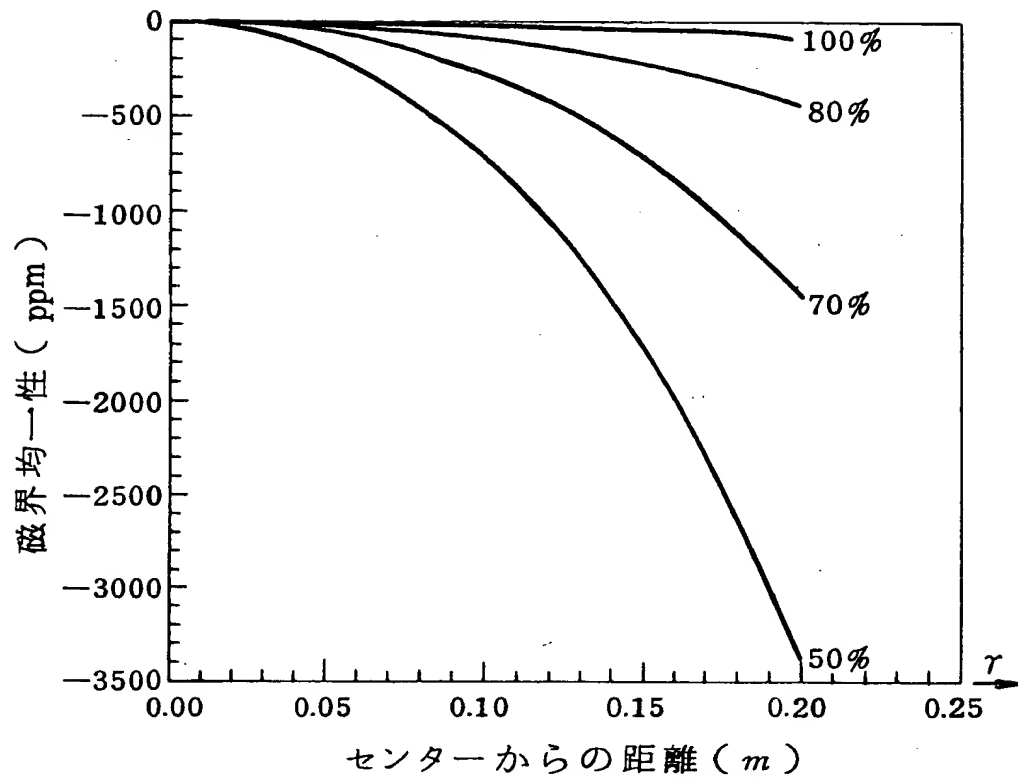




图13(a)

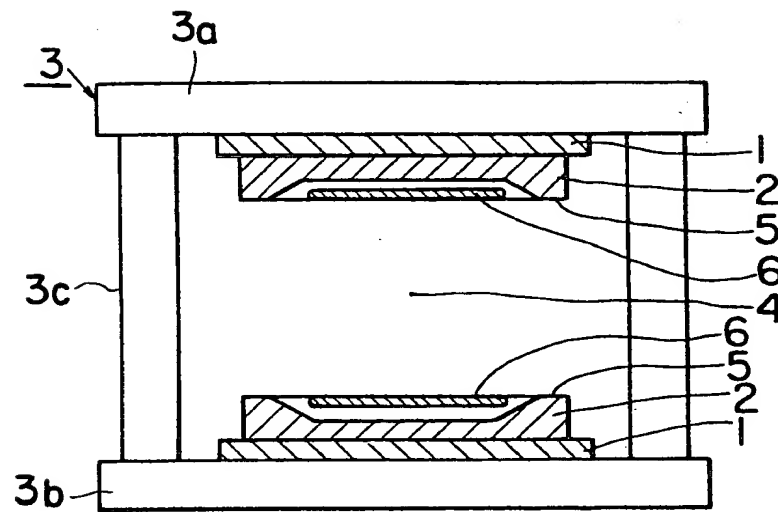


图13(b)

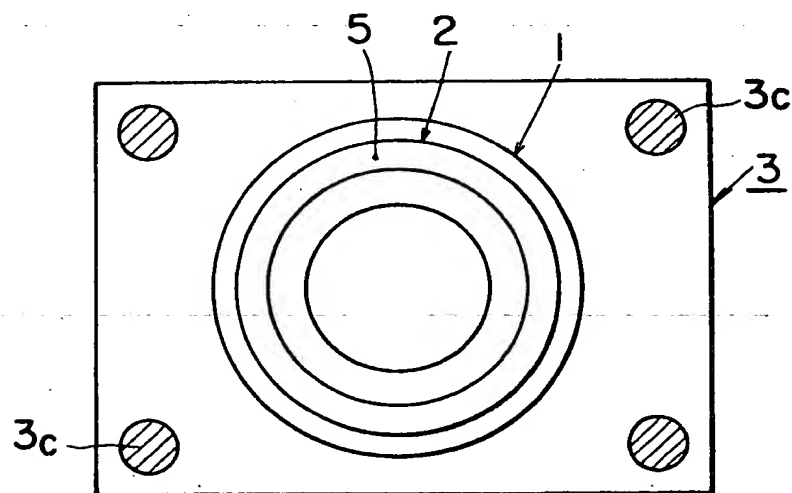




図14(a)

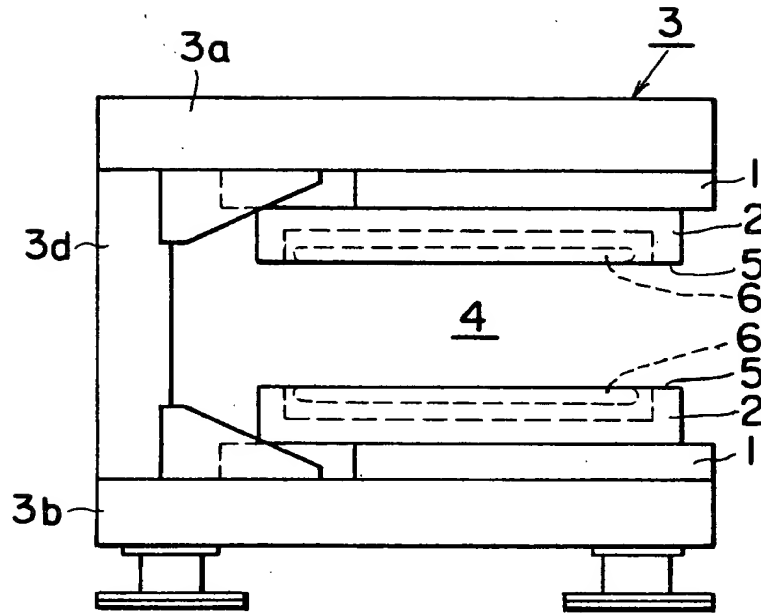


図14(b)

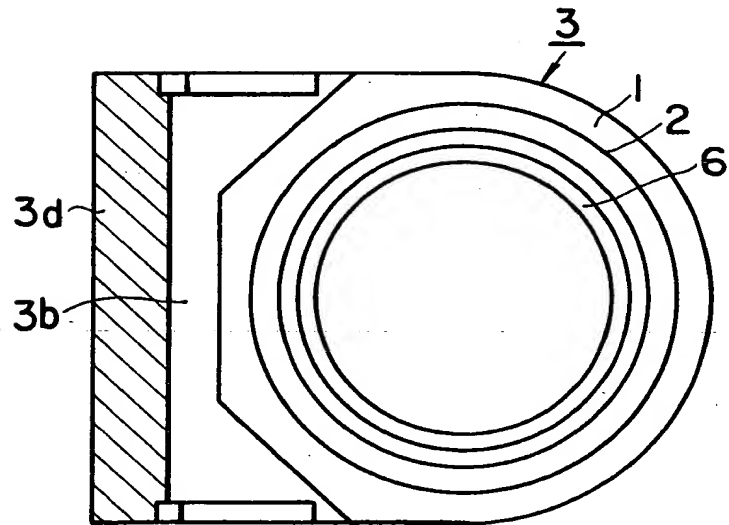


图15(a)

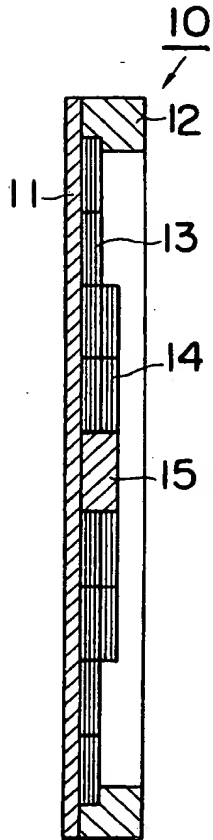


图15(b)

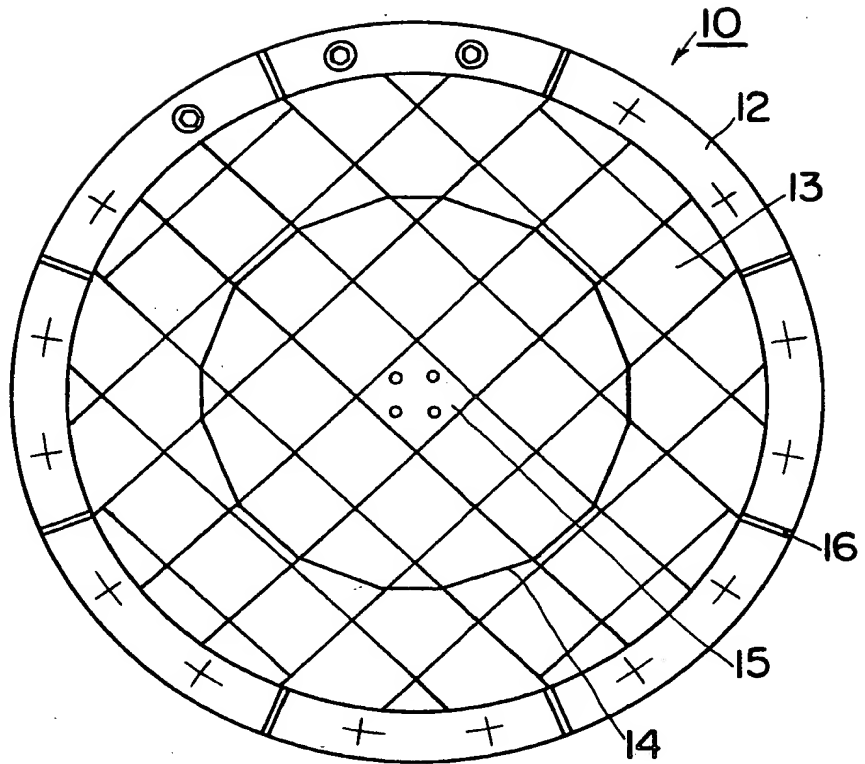


图16(a)

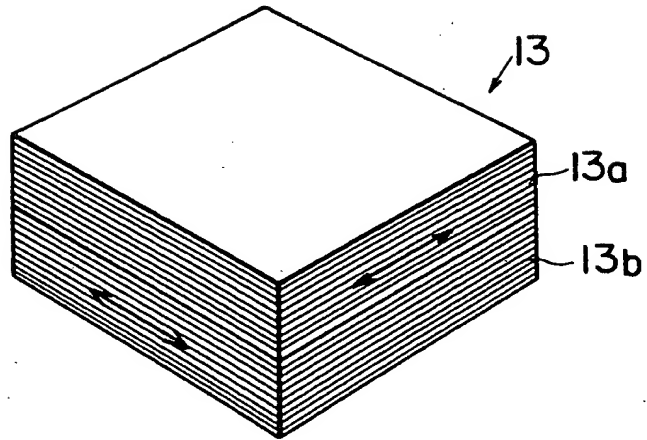


图16(b)

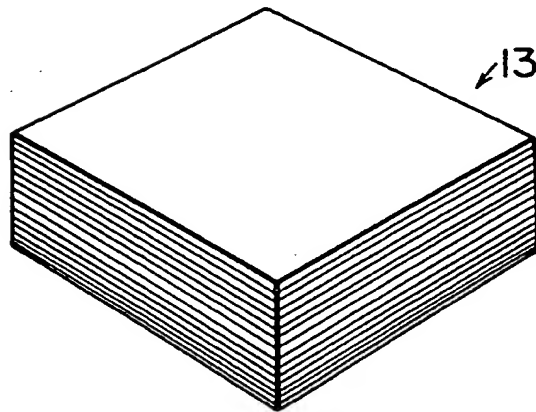




図17(a)

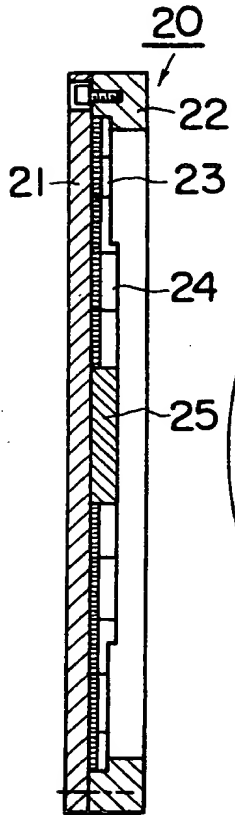


図17(b)

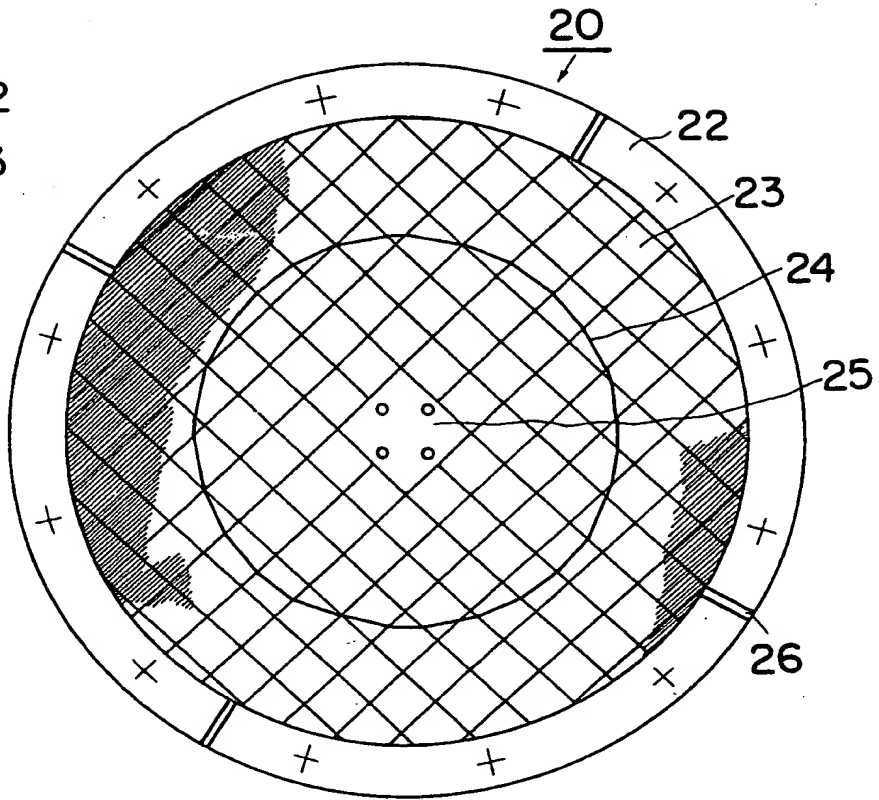


図17(c)

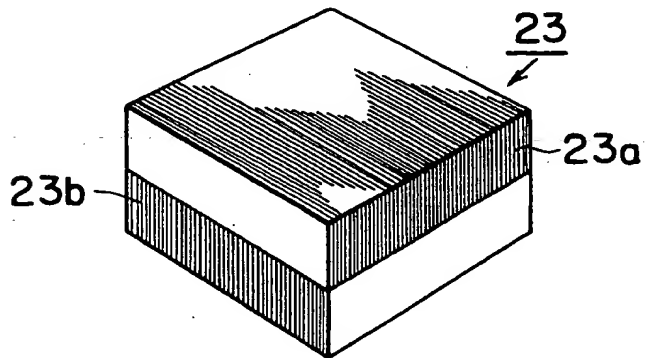


図18(a)

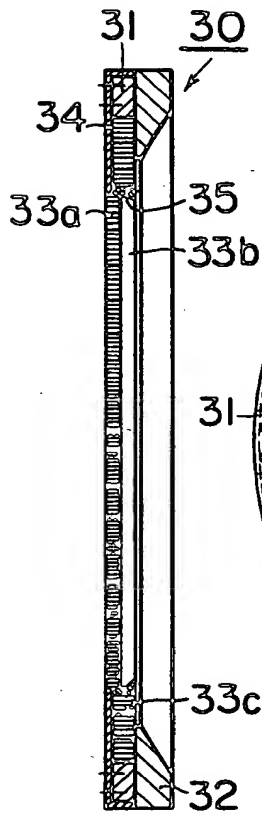


図18(b)

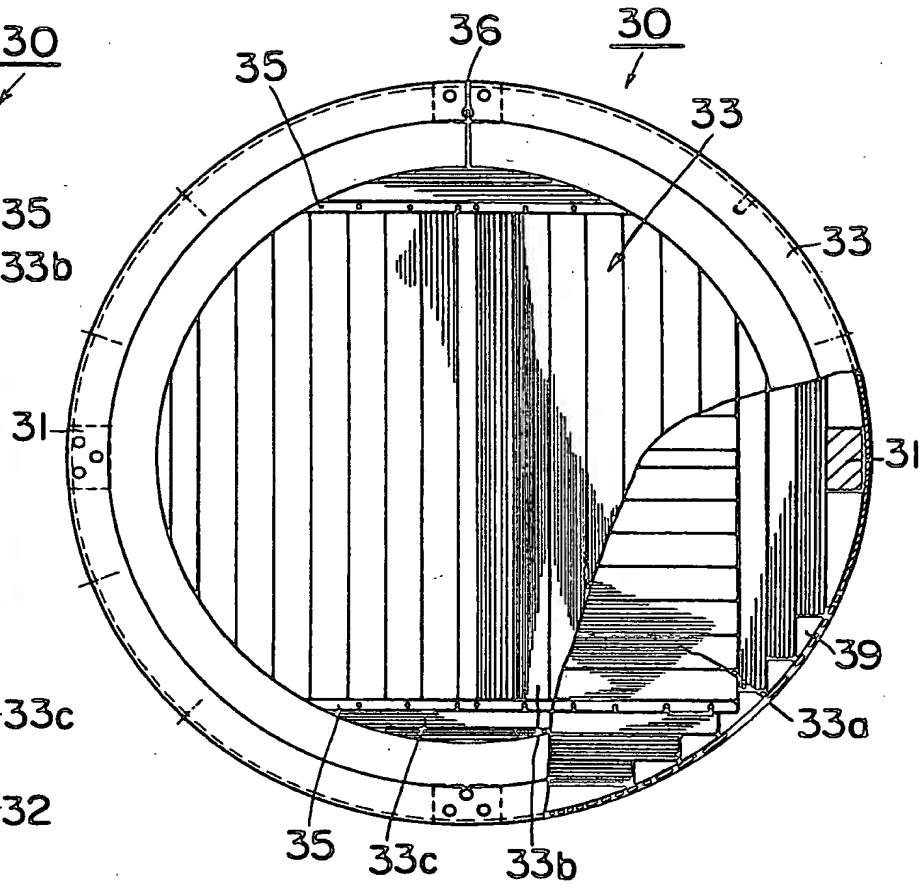
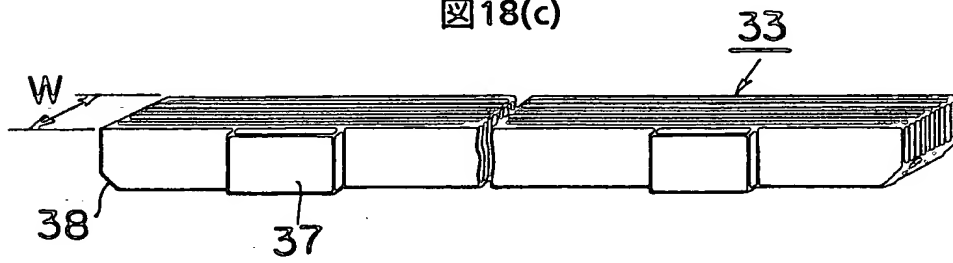


図18(c)





符号の説明

1	永久磁石構成体
2,10,20,30,40,50,60,70,80	磁極片
3	継鉄
3a,3b	板状継鉄
3c	柱状継鉄
3d	板状支持継鉄
4	空隙
5,12,22,32	環状突起部
6,23a,23b	傾斜磁界コイル
11,21	磁性ベース部材
13,23	ブロック状積層体
13a,13b,23a,23b	小ブロック
14,24,44,54,64,74,84	凸状突起部
15,25	軟鉄製コア部
16,26,36,46,56,66,76,86,96	スリット
31	固定ブロック
33,33a,33b,33c	杆状積層体
34	環状支持部材
35	固定板
37	絶縁材
38,71a	面取部
39	空間
41,51,61,71,81,91	本体部
41a,41b	接続端面(側面)部
42,52,62,72,82,92,93	磁性環状突起部
42a	バルク状磁性材
42b,42c,42d,42e	けい素鋼板
43,43a,43b,43c,53,63,73,83	非磁性環状支持部材
47	磁性薄板
48	偏平リング状磁性板
73a	支持部





PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

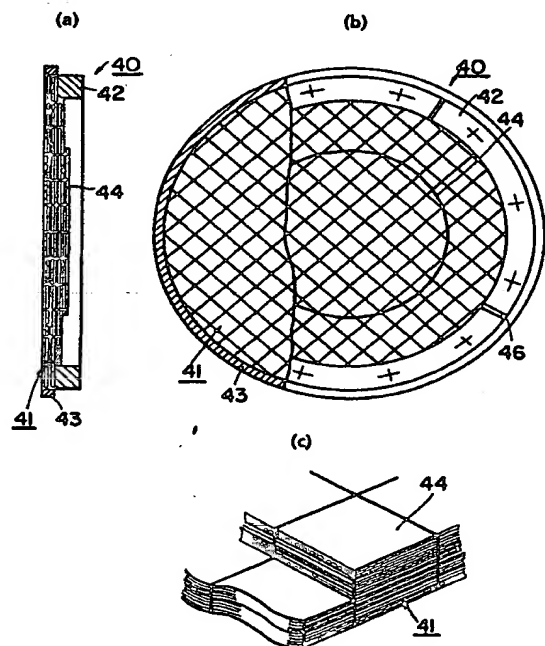
(51) 国際特許分類 A61B 5/055, G01R 33/383, H01F 7/02	A1	(11) 国際公開番号 WO99/52427 (43) 国際公開日 1999年10月21日(21.10.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/01944 (22) 国際出願日 1999年4月13日(13.04.99) (30) 優先権データ 特願平10/121781 1998年4月14日(14.04.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 住友特殊金属株式会社 (SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD.)(JP/JP) 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号 Osaka, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ) 青木雅昭(AOKI, Masaaki)(JP/JP) 〒569-1044 大阪府高槻市上土室1丁目10-5-501 Osaka, (JP) 橋本重生(HASHIMOTO, Shigeo)(JP/JP) 〒849-0934 佐賀県佐賀市開成6-9-2 Saga, (JP) (74) 代理人 弁理士 押田良久(OSHIDA, Yoshihisa) 〒104-0061 東京都中央区銀座三丁目3番12号 銀座ビル Tokyo, (JP)		(81) 指定国 CA, CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: MAGNETIC FIELD GENERATING DEVICE FOR MRI

(54) 発明の名称 MRI用磁界発生装置

(57) Abstract

A magnetic field generating device for MRI capable of reducing eddy current and residual magnetism within a pole piece generated by the effect of a pulse current flowing through a gradient magnetic field coil without lowering a magnetic field uniformity in a clearance, wherein a pole piece (40) formed by effectively combining a body (41) consisting of a silicon steel plate laminate with an annular magnetic projection (42) disposed on the opposite side of the clearance of the body (41) is used so that a magnetostatic field with a desired uniformity is formed in the clearance without causing a magnetic saturation condition in the vicinity of the annular projection (42) and eddy current and residual magnetism within the pole piece (40) generated by the effect of a pulse current flowing through the gradient magnetic field coil are reduced.



この発明は、空隙内の磁界均一度を低下させることなく、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の低減を可能とするMRI用磁界発生装置の提供を目的とし、けい素鋼板の積層体よりなる本体部41と本体部41の空隙対向面側に配置する磁性環状突起部42とを効果的に組み合わせた磁極片40を使用することにより、該環状突起部42近傍にて磁気飽和状態を招くことなく、空隙内に所望の均一度を有する静磁界を形成させるとともに、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片40内の渦電流及び残留磁気の低減を可能とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア		共和国	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

MRI用磁界発生装置

技術分野

この発明は、医療用磁気共鳴断層撮影装置(以下MRIという)に用いられる磁界発生装置の改良に係り、特に、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の低減を図ったMRI用磁界発生装置に関する。

背景技術

MRI用磁界発生装置としては、図13(a),(b)に示す構成が知られている。すなわち、磁界発生源として複数のブロック状R-Fe-B系磁石を一体化してなる一对の永久磁石構成体(1)(1)の各々一方端に磁極片(2)(2)を固着して対向させ、他方端を継鉄(3)に連結し、磁極片(2)(2)間の空隙(4)内に静磁界を発生する構成である。

図中(5)は、空隙(4)内における磁界分布の均一度を向上させるために形成する環状突起部であり、さらなる磁界分布の均一度向上を目的に環状突起部の内側部に凸状突起部(図示せず)を形成する構成も知られている。

図中(6)は、傾斜磁界コイルであり、空隙(4)内の位置情報を得るために配置される。この傾斜磁界コイル(6)(6)は、通常、空隙(4)内のX、Y、Zの3方向に対応する3組のコイル群からなるが、図示においては簡略して記載している。

このような構成において、空隙(4)は被検者の一部または全部が挿入できるだけの大きさが必要であり、さらに空隙(4)内の特定撮像視野内には、0.02~2.0Tでかつ 1×10^{-4} 以下の高均一度を有する静磁界の形成が要求される。

図13(a),(b)に示す構成では、継鉄(3)として一对の板状継鉄(3a)(3b)と4本の柱状継鉄(3c)とからなる所謂4本柱型継鉄が使用された構成を示しているが、

図14(a),(b)に示すように、一対の板状継鉄(3a)(3b)と板状支持継鉄(3d)とからなる所謂C型継鉄等、要求される諸特性に応じて種々の構成からなる継鉄が使用されている。

また、図13(a),(b)に示す構成では、磁界発生源としてR-Fe-B系磁石等の永久磁石が採用された構成が示されているが、その他、鉄芯の周囲に電磁コイル(常伝導コイル、超伝導コイル等を含む)を巻回配置した構成等も使用されている。

これらのいずれの構成においても、図13(a),(b)に示すように、一対の磁極片(2)(2)によって空隙(4)が形成され、また、磁極片(2)(2)の近傍に傾斜磁界コイル(6)(6)が配置されている。

通常、磁極片(2)(2)は、電磁軟鉄、純鉄等のバルク材(一体物)から構成されていることから、空隙(4)内の位置情報を得るために傾斜磁界コイル(6)(6)にパルス電流を通電して所望方向のパルス状傾斜磁界を発生すると、この傾斜磁界の影響にて磁極片(2)(2)内に渦電流が発生し、傾斜磁界の立ち上がり特性を低下させるとともに、パルス電流の通電停止後も、磁極片(2)(2)内に発生する残留磁気にて空隙(4)内の磁界分布の均一度を低下させることとなる。

このような問題点を解決する構成として、発明者は先に磁極片の主要部分をけい素鋼板の積層体にて形成したことを特徴とするMRI用磁界発生装置を提案した(日本特許第2649436号、日本特許第2649437号、米国特許第5283544号、欧州特許第0479514号)。

発明者が先に提案したMRI用磁界発生装置は、図15～図18に示す構成からなる磁極片を使用することを主たる特徴としている。

図15(a),(b)に示す磁極片(10)構成は、純鉄等のバルク材からなる磁性ベース部材(11)の空隙対向面側に環状突起部(12)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングと、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体(13)を配置してなる。

図中(14)は、磁界分布の均一度向上を目的に環状突起部(12)の内側部に形成される凸状突起部であり、上記と同様に複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体を所要数積層することで構成している。

また、図中(15)は、傾斜磁界コイル装着用の軟鉄製コア部である。

図中(16)は、環状突起部(12)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割し、環状突起部(12)に発生する渦電流の発生を低減する目的で形成された直径方向のスリットである。

上記ブロック状積層体(13)は、使用するけい素鋼板が方向性けい素鋼板(JIS C 2553等)の場合は、磁界均一度の観点から図16(a)に示すように所定枚数の小ブロック(13a)(13b)毎に磁化容易軸方向(圧延方向)を90度異なるように積層一体化することが好ましく、また、無方向性けい素鋼板(JIS C 2552等)の場合は、図16bに示すように方向性を考慮することなく単に厚さ方向に積層一体化することで得られる。

図17(a),(b)に示す磁極片(20)構成は、純鉄等のバルク材からなる磁性ベース部材(21)の空隙対向面側に環状突起部(22)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングと、複数枚の無方向性けい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体(23)を配置してなる。

図中(24)は磁界分布の均一度向上を目的に環状突起部(22)の内側部に形成される凸状突起部であり、(25)は傾斜磁界コイル装着用の軟鉄製コア部であり、(26)は環状突起部(22)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割するスリットである。

上記ブロック状積層体(23)は、図17(c)に示すように空隙対向方向に積層する各々小ブロック(23a)(23b)毎に積層方向が90度異なるようにして絶縁性接着剤等にて積層一体化することが好ましい。

図18(a),(b)に示す磁極片(30)構成は、図15(a),(b)及び図17(a),(b)に示す磁極片(10)(20)とはバルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)を使用しない点で大きく異なる。すなわち、バルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)に代えて、図18(c)に示すような複数枚の無方向性けい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した杆状積層体(33)をバルク状磁性材からなる環状支持部材(34)にて支持した構成を使用することを特徴としている。

詳述すると、バルク状磁性材からなる環状支持部材(34)の中央部を矩形状に切り抜き、該切り抜き部内縁に形成される面取部(図示せず)に前記杆状積層体(33a)の面取部(38)を対応させ一方向に配列載架する。さらに、杆状積層体(33a)の空隙対向面側に積層方向が90度異なるようにして杆状積層体(33b)を載置して2層とする。

磁極片全体が略円板状になるよう、環状支持部材(34)の内周面と固定板(35)との間に、長手方向の長さが異なる複数の杆状積層体(33c)を配置するとともに、環状支持部材(34)の内周外縁部の所定位置に固定される固定ブロック(31)を介して環状突起部(32)を構成する断面台形状の軟鉄製磁性リングを載置して磁極片(30)を形成する。

図中(36)は、環状突起部(32)を構成する断面台形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割するスリットである。また(37)は絶縁性粘着テープ等からなる絶縁材である。

以上のような図15(a),(b)、図17(a),(b)、図18(a),(b)に示す磁極片(10)(20)(30)を使用することによって、図13(a),(b)、図14(a),(b)に示す従来のバルク状磁性材からなる磁極片を使用する場合に比べ、傾斜磁界コイルを要因とする磁極片内の渦電流および残留磁気の発生を大幅に低減することができた。

しかし、MRI用磁界発生装置において、鮮明なる画像をより高速にて撮影することへの要望は強まる一方であり、さらなる改良が望まれていた。

発明者の実験によれば、前述の図15(a),(b)及び図17(a),(b)の磁極片(10)(20)構成は、バルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)を使用することから、磁極片全体としての機械的強度(剛性)に優れ、けい素鋼板を所定方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体(13)(23)の積層配置が容易であり組立作業性にも優れている等の長所を有する反面、該磁性ベース部材(11)(21)の存在自体が磁極片内の渦電流および残留磁気の低減を、これ以上向上させることができない要因になっていることが確認された。

すなわち、傾斜磁界コイルによって発生する磁界は、該傾斜磁界コイル直下のブロック状積層体(13)(23)から、そのブロック状積層体(13)(23)を載置する磁性ベース部材(11)(21)を介して環状突起部(12)(22)を構成する軟鉄製磁性リングの表面にまで伝わることから、ブロック状積層体(13)(23)と軟鉄製磁性リングとの磁路中に磁性ベース部材(11)(21)が存在することとなり、結果としてバルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)内に渦電流および残留磁気が発生することが確認された。

図18(a),(b)に示す磁極片(30)構成においても、環状支持部材(34)を効果的に使用することによって図15(a),(b)及び図17(a),(b)の磁極片(10)(20)構成と同様に優れた機械的強度(剛性)と組立作業性が得られる。

この構成では、傾斜磁界コイル直下の杆状積層体(33)の下側に、図15(a),(b)及び図17(a),(b)の磁極片(10)(20)にて使用しているようなバルク材からなる磁性ベース部材(11)(21)は存在せず、渦電流および残留磁気の低減効果の観点からは望ましいが、杆状積層体(33)の下側に存在する環状支持部材(34)もバルク状磁性材からなることから、結果として、必ずしも要求される渦電流および残留磁気の低減が達成できていないのが現状である。

しかも、環状支持部材(34)の内周面と杆状積層体(33c)との端面が完全接触せず、空間(39)が形成されることから、結果として、環状突起部(32)のけい素鋼板積層体部に対向する側の全面積 S_a と、けい素鋼板積層体部の環状突起部(32)に対向する側の全面積 S_b との比(S_b/S_a)が80%未満(70%~75%程度)であり、該環状突起部(32)とけい素鋼板積層体部との当接部分において磁気飽和状態が発生し、環状突起部(32)に磁束が流れ難くなり、磁極片間の空隙内に効率的に所定の均一な磁界を得ることが困難となる場合があった。

すなわち、環状突起部(32)とけい素鋼板積層体部との当接部分は、磁界発生源からの磁界による磁束密度が、他の部分に比べて非常に高く、特に環状突起部(32)に当接するけい素鋼板積層体部は磁気飽和状態を招かないだけの十分な体積が必要となる。しかし、図18(a),(b)に示す構成では、MRI用磁界発生装置として要求される本来の均一磁界を効率的に得ることができないことを、発明者は確認した。

この発明は、以上のような問題点を解決したMRI用磁界発生装置の提供を目的とするもので、空隙内の磁界均一度を低下させることなく、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の低減を可能とするMRI用磁界発生装置の提供を目的とするものである。

発明者らは、けい素鋼板の積層体の配設を最適化することにより、有効に上記目的が達成できることを知見し、発明を完成したのである。

すなわち、この発明は、空隙を形成して対向する一対の磁極片を有し、該空隙に磁界を発生させるMRI用磁界発生装置において、前記磁極片が、けい素鋼板の積層体からなる本体部と、該本体部の空隙対向面側に配置する磁性環状突起部からなることを特徴とするMRI用磁界発生装置である。

また、発明者らは、前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、電気抵抗の高い非磁性支持部材にて固定支持されてなることを特徴とする構成、及び周方向に複数に分割された磁性環状支持部材にて固定支持された構成、前記磁性環

状突起部が、該環状突起部内に発生する渦電流の低減のためにけい素鋼板の積層体からなる構成、さらに周方向に複数に分割した構成、空隙内の磁界分布の均一度向上のために、磁極片本体部の空隙対向面側で前記磁性環状突起部の内側部にけい素鋼板の積層体からなる凸状突起部を形成した構成などを好ましい構成として提案する。

図面の説明

図1は、この発明によるMRI用磁界発生装置の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図2は、この発明によるMRI用磁界発生装置の構成を示す本体部の斜視説明図である。

図3は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図4は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図5は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図6は、この発明によるMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)上面を示し、(c)は本体部の斜視説明図である。

図7は、(a),(b),(c),(d),(e)はこの発明によるMRI用磁界発生装置の磁性環状突起部の構成を示す斜視説明図である。

図8は、この発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図である。

図9は、この発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図である。

図10は、(a)はこの発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図であり、(b)は上面説明図である。

図11は、(a),(b)はこの発明によるMRI用磁界発生装置の詳細を示す要部縦断説明図である。

図12は、空隙内センターからの距離と磁界均一度との関係を示すグラフである。

図13は、従来のMRI用磁界発生装置の構成を示す説明図であり、(a)は正面、(b)横断面を示す。

図14は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は正面、(b)横断面を示す。

図15は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)正面を示す。

図16は、(a),(b)は従来のMRI用磁界発生装置に用いられるブロック状積層体の斜視説明図である。

図17は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)正面を示し、(c)はブロック状積層体の斜視説明図である。

図18は、従来のMRI用磁界発生装置の他の構成を示す説明図であり、(a)は縦断面、(b)正面を示し、(c)は杆状積層体の斜視説明図である。

発明を実施するための最良の形態

この発明を図1～図12に示す実施例に基づいて説明する。

図1(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(40)は、電気抵抗の高い非磁性環状支持部材(43)にて固定支持された複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体からなる本体

部(41)と、該本体部(41)の空隙対向面側に載置する断面矩形状の磁性環状突起部(42)を主たる構成材としている。

本体部(41)は、けい素鋼板からなる複数のブロック状積層体を一旦矩形板状に一体化した後、全体として略円板状になるよう、外周部をウォータージェット加工、レーザー加工、機械加工、放電加工等にて所定形状に加工し、さらに、その周縁に樹脂、バークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い非磁性環状支持部材(43)を配置して固定支持する。なお、これら複数のブロック状積層体と非磁性環状支持部材(43)をエポキシ樹脂等にてモールド化することによって、機械的強度を確保することも可能である。

さらに、空隙内の磁界分布の均一度向上を目的に、前記の略円板状に加工されたけい素鋼板積層体の空隙対向面側で前記磁性環状突起部(42)の内側部に形成されるけい素鋼板の積層体からなる凸状突起部(44)を設けることもできる。この凸状突起部(44)も、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体にて構成している。

図において、凸状突起部(44)は磁性環状突起部(42)の内側部全面に前記ブロック状積層体を敷設し、特に中央部の磁極片対向方向の厚さを大きくして全体として凸状となるように構成しているが、磁性環状突起部(42)内側近傍に敷設することなく、中央部にのみ敷設することも有効である。

この発明において、けい素鋼板の積層体からなる本体部とは、前記の凸状突起部(44)を含めた、いわゆる傾斜磁界コイルに対向する部分を示す。以下に説明する磁極片の構成においても凸状突起部を設けた構成にて説明するが、該凸状突起部は、この発明において必須のものではない。すなわち、空隙内の磁界分布の均一度向上を達成するためには、凸状突起部を設けることなく、例えば前記略円板状けい素鋼板積層体の空隙対向面(平坦面)の所定位置に鉄片や永久磁石片等を配置する等、他の構成を採用することも可能である。

図1(c)に、本体部(41)を構成するけい素鋼板のブロック状積層体の積層方向の関係を斜視図にて示す。これらの各々ブロック状積層体は先にも説明したように、使用するけい素鋼板が方向性けい素鋼板(JIS C 2553等)の場合は、磁界均一度の観点から図16(a)に示すように所定枚数の小ブロック毎に磁化容易軸方向(圧延方向)を90度異なるように積層一体化することが好ましく、また、無方向性けい素鋼板(JIS C 2552等)の場合は、図16(b)に示すように方向性を考慮することなく単に厚さ方向に積層一体化することで得られる。

なお、図2に示すように、隣接するけい素鋼板のブロック状積層体の各々接続端面(側面)部41a,41bが各々積層体の積層方向で一致しないように配置することによって、傾斜磁界コイルによる渦電流や残磁の影響を一層低減することができる。

すなわち、各々ブロック状積層体の接続端面部に必然的に形成される隙間から傾斜磁界コイルによって発生する磁界が漏れ、その漏れ磁界が磁界発生源となる永久磁石構成体に作用すると、わずかではあるが永久磁石構成体表面にも渦電流が発生し、該渦電流を要因とする発熱等から空隙内の磁界均一度を不安定とする。

しかし、図2のように、けい素鋼板のブロック状積層体の各々接続端面部が一致しないように配置することによって、ブロック状積層体の積層方向に直交する方向(図中水平方向)の実質的な透磁率が大きくなり(磁器抵抗が小さくなり)、傾斜磁界コイルによって発生する磁界が永久磁石構成体に侵入することなく、磁極片内にて磁路を形成する。

以下に説明する磁極片においても、けい素鋼板のブロック状積層体の各々接続端面部の配置には同様な構成を採用することが望ましい。

図中(46)は、磁性環状突起部(42)を構成する断面矩形状の軟鉄製磁性リングを周方向に複数に分割し、磁性環状突起部(42)内に発生する渦電流の発生を低減する目的で形成された直径方向のスリットである。

以上の構成において、本体部(41)と磁性環状突起部(42)との関係を図8にて詳述する。本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部は略円板状を形成しており、その外径寸法 D_0 は磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 とほぼ同一となる。したがって、磁性環状突起部(42)の本体部(41)との対向面側は全てけい素鋼板積層体部に当接することとなる。

したがって、磁界発生源となる永久磁石構成体(1)からの磁界による磁束が、けい素鋼板積層体部と磁性環状突起部(42)との当接部において磁気飽和状態を招くことなく、MRI用磁界発生装置の所定空隙内に要求される本来の磁界強度を効率的に発生することが可能となる。

また、本体部(41)には、磁性環状突起部(42)の内径 D_2 よりも内側部だけでなく直下部にもバルク状磁性材が配置されていない。すなわち、傾斜磁界コイルの直下近傍にバルク状磁性材が配置されないことから、目的とする渦電流および残留磁気の低減効果を得ることが可能となる。

なお、本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部の外径寸法 D_0 は、図示のように磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 と同等とする構成に限定されるものではない。例えば、磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 より大とすることも可能であるが、必要以上に大きくすることは、該けい素鋼板積層体部外周部からの磁束漏洩を増加させることから、好ましくない。

また、けい素鋼板積層体部の外径寸法 D_0 を磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 より小とすることも可能であるが、必要以上に小さくすることは、該けい素鋼板積層体部と磁性環状突起部(42)との当接部における磁気飽和状態を招くことから、少なくとも磁性環状突起部(42)のけい素鋼板積層体部に対向する側の全面積 S_a と、けい素鋼板積層体部の磁性環状突起部(42)に対向する側の全面積 S_b との比(S_b/S_a)が少なくとも80%以上になるように設定することが望ましい。好ましくは85%以上、より好ましくは90%以上であり、図においては100%の場合($S_a = S_b$)を示している。

図では、非磁性環状支持部材(43)が磁性環状突起部(42)より外側に配置する構成を示しているが、上記のように本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部の外径寸法 D_0 を磁性環状突起部(42)の外径寸法 D_1 より小とすると、必然的に非磁性環状支持部材(43)の一部または全部が磁性環状突起部(42)の直下部に配置されることとなる。

しかし、該非磁性環状支持部材(43)を前述のような樹脂、ベークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い材料の内から選定すれば、渦電流および残留磁気の低減の観点からは目的とする効果を得ることが可能となる。

図3(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(50)は、本体部(51)以外は磁性環状突起部(52)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図3(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(50)は、本体部(51)を構成する非磁性環状支持部材(53)にて固定支持される略円板状けい素鋼板積層体部が、円板状シート材からなる複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化して形成されている。図3(c)に凸状突起部(54)を含む本体部(51)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

この構成においては、凸状突起部(54)以外は図1に示すような複数のブロック状積層体を組み合わせる必要がないため、製作が容易であるだけでなく、機械的強度にも優れる。また、渦電流および残留磁気の低減効果を一層高めるためには、該円板状シート材からなるけい素鋼板積層部を周方向に分割し、半円状、扇状等の積層体を組み合わせた構成とすることが好ましい。

図4(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(60)は、本体部(61)以外は磁性環状突起部(62)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図4(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(60)においては、本体部(61)を構成する非磁性環状支持部材(63)にて固定支持される略円板状のけい素鋼板積層体部が、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体を配置して形成される。

本体部(61)は、先に図17(c)にて説明したように空隙対向方向に積層する各々小ブロック毎に積層方向が90度異なるように配置するとともに、同一平面上にて隣接する各々ブロック状積層体の積層方向が90度異なるようにして配置することが、磁界均一度の観点及び機械的強度の観点からも好ましい。図4(c)に凸状突起部(64)を含む本体部(61)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

図5(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(70)は、本体部(71)以外は磁性環状突起部(72)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図5(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(70)は、本体部(71)を構成する非磁性環状支持部材(73)にて固定支持される略円板状のけい素鋼板積層体部が、複数枚の帯状けい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した積層体を配置して形成される。図5(c)に凸状突起部(74)を含む本体部(71)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

組立性及び機械的強度を考慮し、内周側端部にけい素鋼板の支持部(73a)を突設した非磁性環状支持部材(73)を準備し、該支持部(73a)の形状に対応した面取部(71a)を有する長手方向の長さが異なる帯状けい素鋼板を順次配列載架したり、予め複数枚毎に積層一体化して杆状積層体とした後に配列載架する方法等が採用できる。

また、複数枚の帯状けい素鋼板を一定方向に積層して一体化した矩形板状積層体をウォータージェット加工等によって略円板状にし、その周縁部に非磁性環状支持部材(73)の支持部(73a)の形状に対応した面取部(71a)を形成し、載架することも可能である。

なお、使用するけい素鋼板は方向性けい素鋼板、無方向性けい素鋼板のいずれでも良いが、積層体を構成する各々帯状けい素鋼板片を所要形状に切断する際に方向性を考慮する必要がない等、製造性の観点から無方向性けい素鋼板の使用が好ましい。

図6(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(80)は、凸状突起部(84)以外は磁性環状突起部(82)など、図1(a),(b),(c)に示す構成と同様である。すなわち、図6(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(80)は、本体部(81)の空隙対向面側に形成される凸状突起部(84)が、複数枚のけい素鋼板を磁極片の対向方向と直交する方向に積層して絶縁性接着剤等にて一体化した複数のブロック状積層体を配置した構成からなる。図6cに凸状突起部(84)を含む本体部(81)を構成するけい素鋼板の積層方向の関係を斜視図にて示す。

なお、本体部(81)を構成する略円板状のけい素鋼板積層体部は、図17(c)にて説明したように空隙対向方向に積層する各々小ブロック毎に積層方向が90度異なるように配置するとともに、同一平面上にて隣接する各々ブロック状積層体の積層方向が90度異なるようにして配置することが、磁界均一度の観点及び機械的強度の観点から好ましい。なお、符号83は非磁性環状支持部材である。

凸状突起部(84)を構成するけい素鋼板は方向性けい素鋼板、無方向性けい素鋼板のいずれでも良いが、ブロック状積層体を構成する各々けい素鋼板片を所要形状に切断する際に方向性を考慮することがない等、製造性の観点から無方向性けい素鋼板の使用が好ましい。

以上に説明したこの発明に係る磁極片(50)(60)(70)(80)は、本体部(51)(61)(71)(81)と磁性環状突起部(52)(62)(72)(82)との関係が、いずれも図1(a),(b),(c)に示すこの発明に係る磁極片(40)の場合と同様であり、目的とする本体部(51)(61)(71)(81)と磁性環状突起部(52)(62)(72)(82)との当接部において磁気飽和状態を招くことなく、MRI用磁界発生装置の所定空隙内に要求される本来の磁界強度を効率的に発生することが可能となり、しかも渦電流および残留磁気の低減効果を得ることが可能となる。

以上の構成においては、本体部を固定支持する環状支持部材が樹脂、バークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い材料にて構成されることから、該非磁性環状支持部材の一部または全部が磁性環状突起部の直下部に配置

されることがとなっても、渦電流および残留磁気低減の観点からは目的とする効果を得ることが可能であることは先に説明した通りである。

しかし、図10(a)に示すように、機械的強度や加工性等の観点から、本体部(91)を固定支持する環状支持部材として軟鉄製の磁性材を使用する場合に、該磁性環状支持部材(93)の一部または全部が磁性環状突起部(92)の直下部に配置されると、渦電流および残留磁気低減効果が大幅に減少することとなる。

本発明者の実験によれば、図10(b)に示すように、磁性環状支持部材(93)をスリット(96)にて周方向に複数に分割(図は8分割の場合を示す)することによって、上記の渦電流および残留磁気低減効果の減少を抑制することが可能であることが確認できた。

また、磁性環状支持部材(93)を使用した場合は、非磁性環状支持部材を使用した場合とは異なり、磁性環状支持部材(93)自体が、磁界発生源となる永久磁石構成体(1)からの磁界による磁束を環状突起部に伝える磁路形成用部材となることから、磁束が本体部と磁性環状突起部との当接部において磁気飽和状態を招くことなく、MRI用磁界発生装置の所定空隙内に要求される本来の均一な磁界を効率的に形成することが可能となる。

したがって、環状支持部材は本体部を構成するけい素鋼板の積層構成や形状寸法等を要因とする磁極片の全体的な機械的強度とともに、本体部と磁性環状突起部との当接部における磁気飽和状態、渦電流および残留磁気低減効果等を考慮して、樹脂、ベークライト、FRP等の非金属からなる電気抵抗の高い非磁性材や、軟鉄製の磁性材のいずれかを選定することが望ましく、特に、磁性材からなる場合は、上記のような周方向に複数に分割した構成を採用することが望ましい。

また、軟鉄製支持部材に換えて、Al、Cu、ステンレス鋼などの金属からなる非磁性材を使用することも可能であるが、これらの材料も電気抵抗が低いた

め、軟鉄製支持部材と同様に周方向に複数に分割した構成を採用することが望ましい。

なお、以上の構成においては、いずれも環状支持部材を使用した構成にて説明したが、磁極片全体の形状寸法、ブロック状けい素鋼板積層体各々の形状寸法、互いの接着強度の他、一体化方法等、すなわち磁極片全体を樹脂モールドする方法、金属繊維で編み込む方法、治具にて一体化しておき、磁界発生源となる永久磁石構成体などの上に載置一体化した後治具を取り外す方法等に応じて必然的に決定される磁極片の機械的強度、例えば磁界発生源が永久磁石構成体からなる場合、磁界発生源からの吸引力によって目的とする形状が維持できるか否かによって環状支持部材の要否を決定すればよい。さらに、上記非磁性環状支持部材と磁性環状支持部材を併用することも可能であり、各々の形状も図示の構成に限定されるものではない。

各々支持部材は、特に磁界発生源上に載置する場合に、磁極片に要求される上記機械的強度を確保するために有効であるが、磁界発生源上に載置し、磁界発生装置の組み立てが完了し、目的とする磁極片形状が維持できるようになれば、必ずしも必要ではなく、磁極片周辺に配置される他の機器等との関係を考慮して、組立完了後除去してもよい。また、環状支持部材の有無の他、ブロック状けい素鋼板積層体の一体化方法などに応じて、本体部の外周部は必ずしも略円板状に加工する必要はない。

以上の構成においては、いずれも本体部の空隙対向面側に載置する環状突起部として断面矩形状のバルク状磁性材を使用した構成を示したが、MRI装置用磁界発生装置に要求される諸特性を満たすためには、環状突起部における渦電流及び残留磁気の低減も効果的であり、図7に示すように、環状突起部の表層部又は全体をけい素鋼板の積層体で構成することが望ましい。図7では周方向に分割された環状突起部の一部分を斜視図にて示している。

すなわち、図7(a)は断面矩形状のバルク状磁性材のみを使用した磁性環状突起部(42)であるが、図7(b)は環状突起部の表層部のみをけい素鋼板の積層体とすべく、断面矩形状のバルク状磁性材(42a)を芯材とし、その周囲、すなわち空隙対向面及び内周面に磁極片の対向方向に積層するようにしてけい素鋼板(42b)の積層体を配置したものである。

図7(c)は環状突起部全体を磁極片の対向方向に積層したけい素鋼板(42c)の積層体にて構成したものである。また、図7(d)は断面矩形状のバルク状磁性材(42a)を芯材とし、その周囲(空隙対向面及び内周面)に磁極片の対向方向と直交する方向に積層するようにしてけい素鋼板(42d)の積層体を配置したものである。さらに、図7(e)は環状突起部全体を磁極片の対向方向と直交する方向でかつ同心状に積層したけい素鋼板(42e)の積層体にて構成したものである。

図9は、図1の構成において磁性環状突起部(42)を上記図7(c)の構成としたもので、該環状突起部(42)における渦電流及び残留磁気の低減をも可能とし、磁極片全体としての特性を大幅に向上することができる。

この構成では、磁性環状突起部(42)もけい素鋼板の積層体にて形成されることから、磁極片全体の機械的強度は図1(a),(b),(c)の構成よりも若干劣る。したがって、前記非磁性環状支持部材(43a)(43b)を本体部(41)を構成するけい素鋼板積層体部の周縁、及び磁性環状突起部(42)の周縁に配置した後、これらを一体的に包囲するように非磁性環状支持部材(43c)を配置し、さらに樹脂モールドすることによって、磁極片全体の機械的強度を向上することが可能となる。

また、この発明の磁界発生装置を構成する磁極片は実質的に複数のブロック状けい素鋼板積層体にて構成するから磁極片全体の機械的強度を向上させるためには、若干、本来の渦電流及び残留磁気の低減効果が損なわれるものの、図11(a)に示すように、磁極片の底部すなわちけい素鋼板の積層体からなる本体部(41)の空隙対向面との反対側表に磁性薄板(47)を接着固定することも有効である。

この磁性薄板(47)によって、個々のブロック状けい素鋼板積層体の接着面積を増加させ互いの横ずれを防ぐことが可能となる。しかし、この磁性薄板(47)が必要以上に厚くなると目的とする渦電流及び残留磁気の低減効果が得られない。

従って、磁性薄板(47)の厚さは極力薄くすることが望ましく、けい素鋼板の積層体からなる本体部の厚さ(凸状突起部を設けた場合は、該凸状突起部を含めた厚さ)の10%以下とすることが望ましい。磁極片の機械的強度の確保の為には、上記磁性薄板の厚さを本体部の厚さの3%以下にすることで達成可能であるが、磁性環状突起部等の他の部材とのねじによる一体化等を考慮すると5%程度とすることが取扱い上の観点からも効果的である。

上記の磁性薄板を配置する場合でも、渦電流及び残留磁気の低減効果の観点から、周方向に複数に分割し、半円状、扇状等を組み合わせた構成とすることが望ましい。

また、磁性環状突起部と本体部とをねじにて一体化するために、図11(b)に示すように傾斜磁界コイルにより発生する磁界の影響を比較的受けにくい磁性環状突起部42の直下部で磁性薄板(47)の周縁部に相当する位置に、周方向に複数に分割した偏平リング状磁性板(48)(本体部(41)の厚さの20%以下、望ましくは15%以下)を配置してもよい。

さらに、上記の磁性薄板(47)にかえて、樹脂、ベークライト、FRP等の電気抵抗の高い非磁性薄板を配置する構成を採用することも可能である。この非磁性薄板の配置は、渦電流及び残留磁気の発生要因とはならず、その厚さは任意に選定可能であるが、厚すぎると磁界発生源から発生する磁界を効率的に空隙内に形成することができなくなる。

従って、永久磁石構成体を磁界発生源として用いる構成において、非磁性薄板を配置した場合には、永久磁石として通常より高磁気特性を有する物を使用したり、永久磁石構成体の体積を若干増加させることが望ましい。

また、磁界発生源として、電磁コイルを用いる構成においては、電磁コイルに印加する電流を若干増加させることが望ましい。

この発明のMRI用磁界発生装置は、磁界発生源としてR-Fe-B系磁石等の永久磁石を採用した構成に限定されることなく、鉄心の周囲に電磁コイル(常伝導コイル、超伝導コイル等を含む)を巻回配置した構成等も含むが、磁極片の本体部をけい素鋼板に積層体にて構成した特徴を最も有効に活用するためには、本質的に電気抵抗が高く、透磁率の小さな永久磁石を採用した構成が望ましい。

すなわち、前記磁極片の本体部が磁界発生源である永久磁石構成体に載置する構成が望ましい。また、磁極片本体部の空隙対向面との反対側表面に電気抵抗の高い非磁性薄板を配置した構成では、鉄心の周囲に電磁コイルを巻回配置した構成でも、この発明の磁極片構成の特徴を有効に活用することが可能である。

その他、この発明の磁界発生装置においては、上記の図示の構成に限定されることなく、必要に応じて公知の技術を付加・採用することが可能である。

実施例

実施例1

この発明のMRI用磁界発生装置の効果を確認するために、以下の方法により、渦電流及び残留磁気の低減効果を評価した。すなわち、各種磁極片の上に傾斜磁界コイルを載置し、該磁界コイルに所定のパルス幅(1msec、3msec、5msec)からなるパルス電流(500AT)を流し、その残留磁気の大きさをミリガウスメータにて測定し、その測定結果を表1,2に示す。

磁極片本体部は、外径1000mm、厚さ60mm(凸状突起部を含めた最大厚さ)とした。また、環状突起部は、外径1000mm、内径920mm、厚さ50mmとし、磁極片本体部の周縁部に載置した、さらに、FRP(ガラス繊維入り強化プ

ラスチック)支持部材の外径1040mm、内径1000mm、厚さ50mm、鉄支持部材の外径1000mm、内径960mm、厚さ50mmとした。

また、通常金属中に流れる渦電流自体を測定することは極めて困難であることから、パルス幅を変化させた場合の残留磁気の変化量で渦電流の大きさを評価した。表中の値は1msecの残留磁気と5msecの残留磁気との差を示す。すなわち、短いパルス幅は高い周波数に相当し、反対に長いパルス幅は低い周波数に相当する。パルス幅を変化して残留磁気の大きさが変化するということは、周波数に依存していることとなる。従って、変化量が大きいことは渦電流が大きくなり、結果として鮮明な画像が得られなくなる。

この発明による磁極片A～Eは、図15に示す従来構成、すなわち、磁極片本体部に厚さ30mmの鉄のバルク材からなる磁性ベース部材を配置した構成からなる磁極片に比べ、いずれのパルス幅においても残留磁気は小さく、また、残留磁気の変化量が小さいことが分かる。特に支持部材としてFRPを用い、環状突起部を積層けい素鋼板にて構成した磁極片Bは、他の構成に比べて残留磁気は小さく、残留磁気の変化量が非常に小さく、残留磁気及び渦電流の低減効果が極めて高いことが分かる。

支持部材として鉄を使用した場合、該支持部材が分割されていない、いわゆるバルク状の場合(参考例)は、磁極片本体部にけい素鋼板の積層体を使用しても、その効果を有効に活用することができず、環状突起部の直下部に配置される鉄製支持部材の影響によって、残留磁気及び渦電流とともに従来構成と同等か、あるいはかえって悪い結果を示す場合があることが分かる。

しかし、支持部材を分割することによって磁極片Cに示すように、さらに環状突起部として積層けい素鋼板を用いることによって磁極片Dに示すように、磁極片本体部にけい素鋼板の積層体を使用することによる効果を有効に実現することができる。

磁極片Eは、図3に示す構成にさらに環状突起部として積層けい素鋼板を用いた構成で、他の磁極片A～Dに比べ若干残留磁気及び渦電流の低減効果が低いが、従来構成の磁極片よりもすぐれていることは明白である。この発明による図4～図6の構成においても磁極片Eにて示した効果とほぼ同等以上の効果が得られる。

磁極片Bにさらに厚さ1.5mmの磁性薄板を配置した構成(図11参考)にて、同様な測定を実施したところ、磁性薄板による渦電流及び残留磁気の影響はほとんどなく、磁極片Bの場合と同等な測定結果が得られた。

表1

	構成	環状突起		支持部材	
	参考図	材質	円周方向 分割	材質	円周方向 分割
従来例 比較例	図15	鉄	8分割	なし	-
	図10	鉄	8分割	鉄	なし
本発明	A 図1	鉄	8分割	FRP	-
	B 図9	積層けい素鋼板	8分割	FRP	-
	C 図10	鉄	8分割	鉄	8分割
	D 図10	積層けい素鋼板	8分割	鉄	8分割
	E 図3	積層けい素鋼板	8分割	FRP	-

表2

	構成 参考図	残留磁気測定結果			渦電流評価*
		1msec	3msec	5msec	
従来例 比較例	図15	95	63	49	46
	図10	101	60	48	53
本発明	A 図1	36	26	24	12
	B 図9	22	21	20	2
	C 図10	54	29	22	32
	D 図10	39	27	23	16
	E 図3	75	52	36	39

渦電流評価*:(1msecの残留磁気)-(5msecの残留磁気)

実施例2

図12は、環状突起部とその直下部に配置される磁極片本体部との当接部の面積比によるMRI用磁界発生装置(磁界発生源としてR-Fe-B系磁石からなる永久磁石構成体を配置)の空隙内における磁界均一性への影響を測定した結果を示すグラフである(磁極片の構成は図1の構成を採用した)。すなわち、横軸はMRI用磁界発生装置の空隙内のセンターからの半径方向の距離を示し、縦軸は該空隙内の磁界均一度を示す。

グラフ中の曲線は上から上記面積比が、100%、80%、70%、50%の場合を示す。すなわち、磁極片本体部の環状突起部への当接部の面積が小さくなるに従って、磁界均一性が大幅に低下することが分かる。

この発明では上記の面積比を80%以上とすることが可能であり、磁界均一性の低下を招くことなく、前述の残留磁気及び渦電流の低減効果が得られることが明らかとなった。

産業上の利用可能性

この発明のMRI用磁界発生装置は、実施例に明らかなように、けい素鋼板の積層体よりなる本体部と本体部の空隙対向面側に配置する環状突起部とを効果的に組み合わせた磁極片を使用することにより、該環状突起部近傍にて磁気飽和状態を招くことなく、空隙内に所望の均一度を有する静磁界を形成させるとともに、傾斜磁界コイルに流れるパルス電流の影響にて発生する磁極片内の渦電流及び残留磁気の高減を可能とするMRI用磁界発生装置の提供するものである。

請求の範囲

1. 空隙を形成して対向する一対の磁極片を有し、該空隙に磁界を発生させるMRI用磁界発生装置において、前記磁極片が、けい素鋼板の積層体からなる本体部と、該本体部の空隙対向面側に配置する磁性環状突起部からなるMRI用磁界発生装置。
2. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、電気抵抗の高い非磁性支持部材にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
3. 前記電気抵抗の高い非磁性支持部材が樹脂、ベークライト、FRP等の非金属からなる請求の範囲第2項のMRI用磁界発生装置。
4. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、周方向に複数に分割された磁性環状支持部材にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
5. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、本体部の空隙対向面との反対側表面に配置する本体部の厚さの10%以下の厚さからなる磁性薄板にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
6. 前記磁性薄板が周方向に複数に分割されている請求の範囲第5項のMRI用磁界発生装置。
7. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が、本体部の空隙対向面との反対側表面に配置する電気抵抗の高い非磁性薄板にて固定支持されてなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
8. 前記磁性環状突起部がけい素鋼板の積層体からなる請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。

9. 前記本体部及び磁性環状突起部が空隙対向方向に積層したけい素鋼板からなる請求の範囲第8項のMRI用磁界発生装置。
10. 前記磁性環状突起部のけい素鋼板の積層体からなる本体部に対向する側の全面積 S_a と、けい素鋼板の積層体からなる本体部の磁性環状突起部に対向する側の全面積 S_b との比(S_b/S_a)が少なくとも80%以上である請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。
11. 前記けい素鋼板の積層体からなる本体部が磁界発生源である永久磁石構成体に載置する請求の範囲第1項のMRI用磁界発生装置。

図1(a)

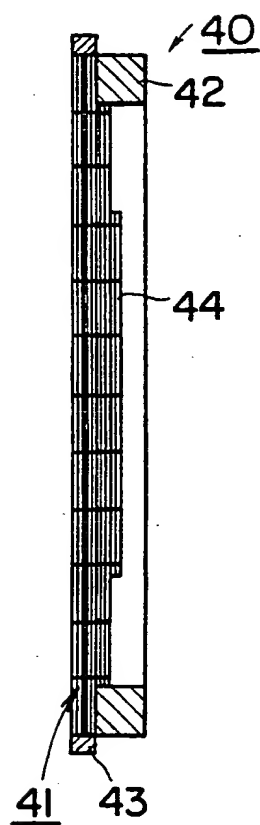


図1(b)

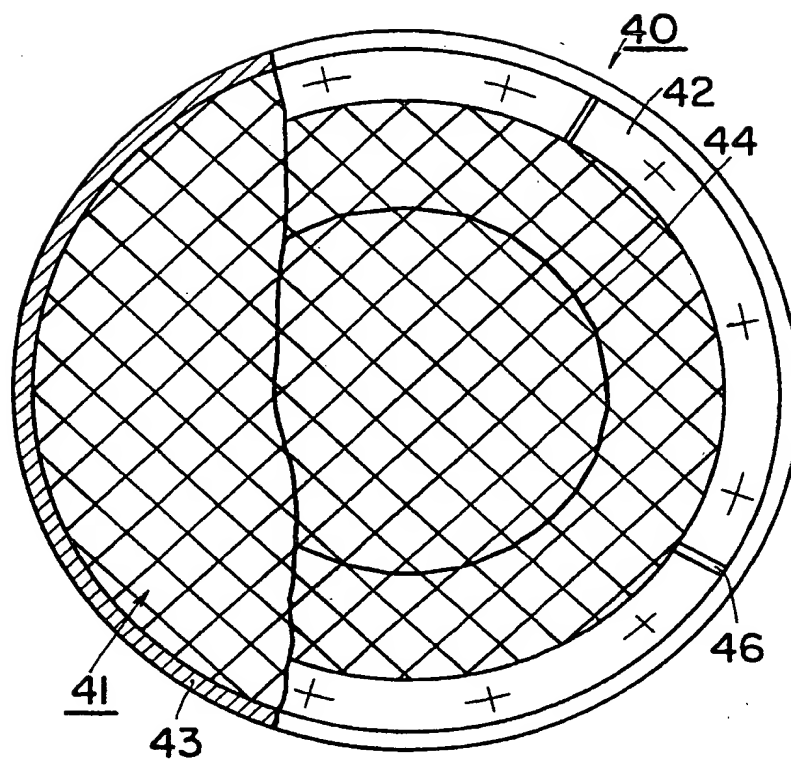
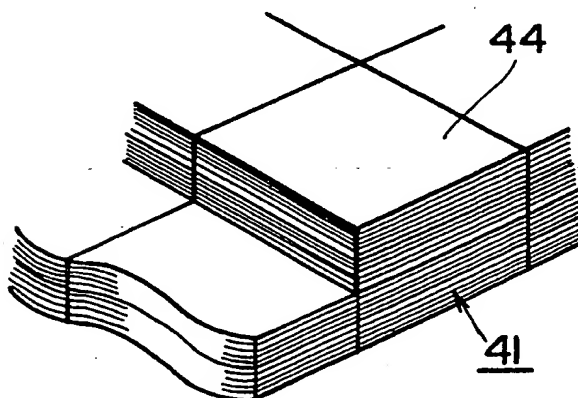
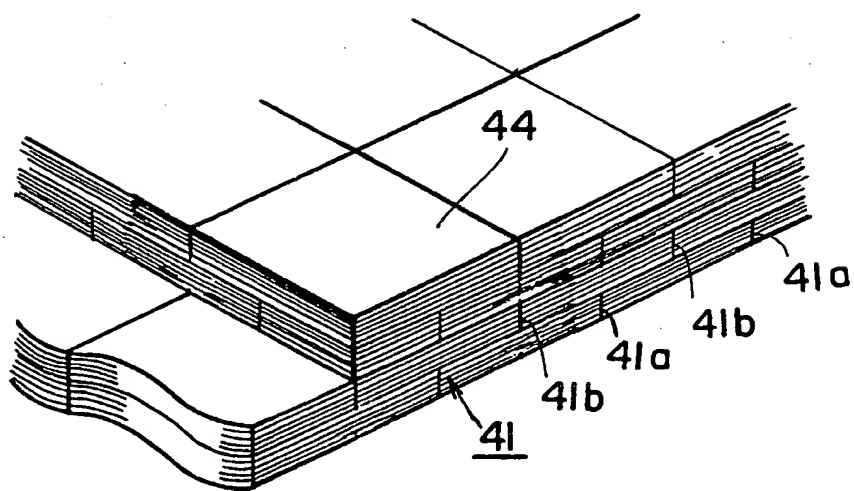


図1(c)



2 / 18

図2



3 / 18

図3(a)

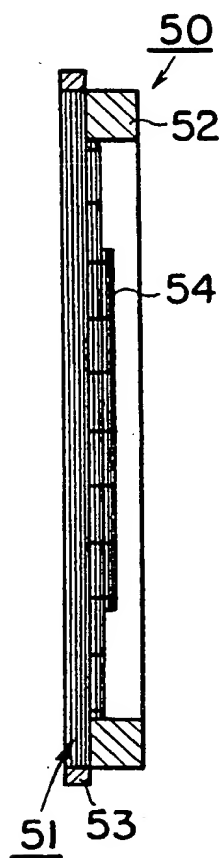


図3(b)

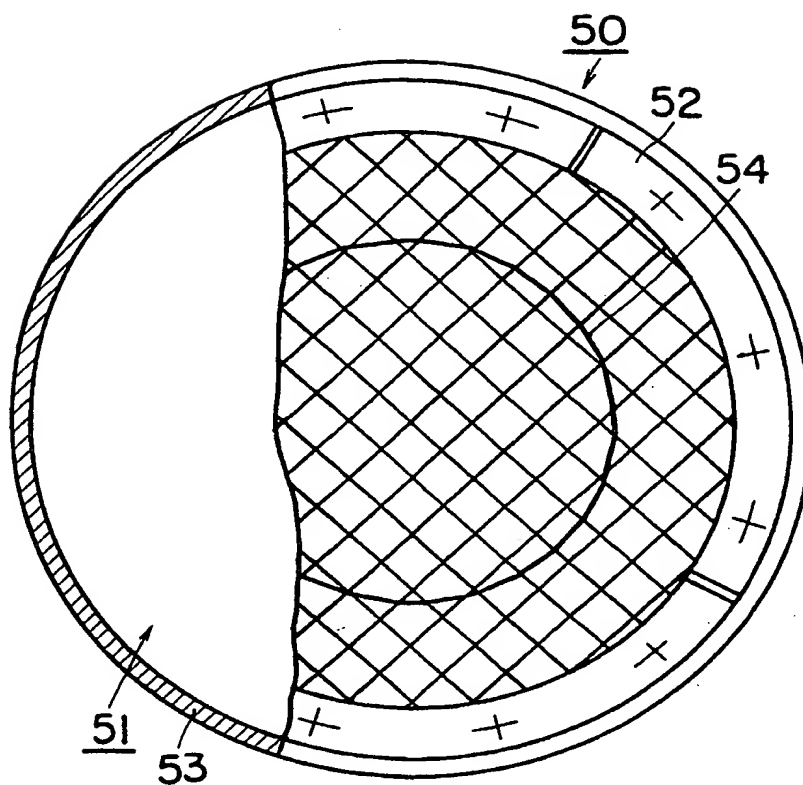


図3(c)

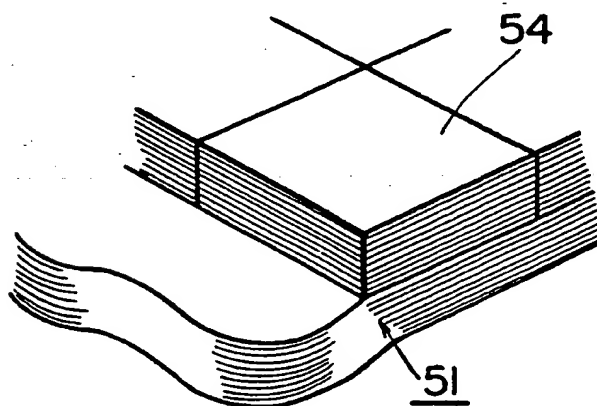


図4(a)

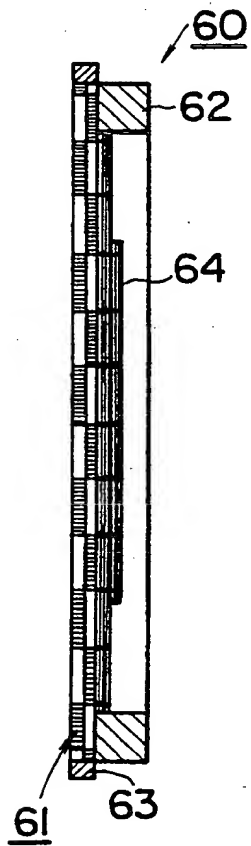


図4(b)

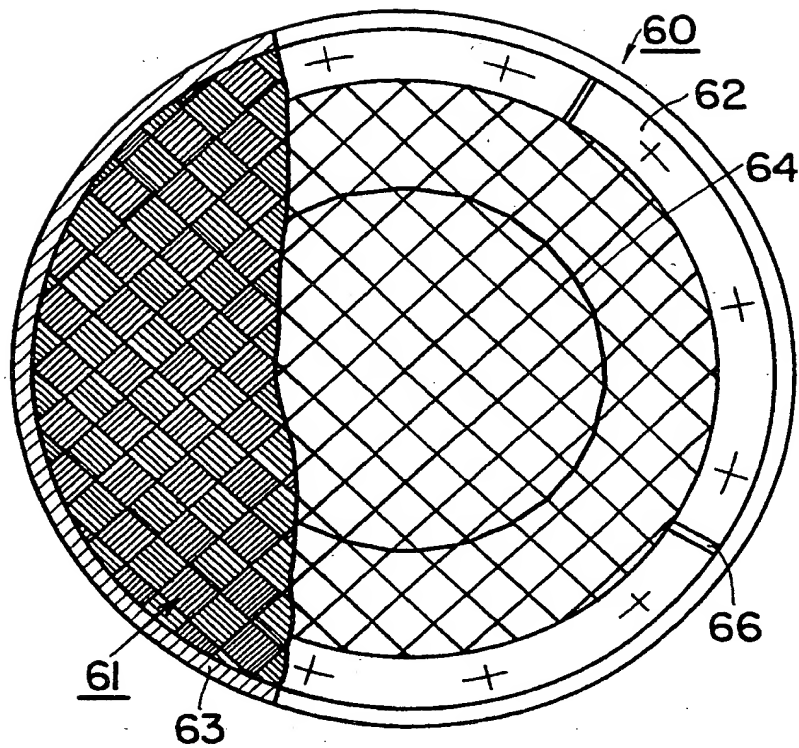
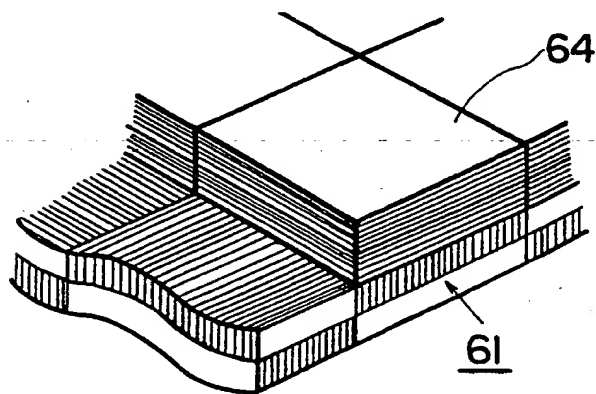


図4(c)



5 / 18

図5(a)

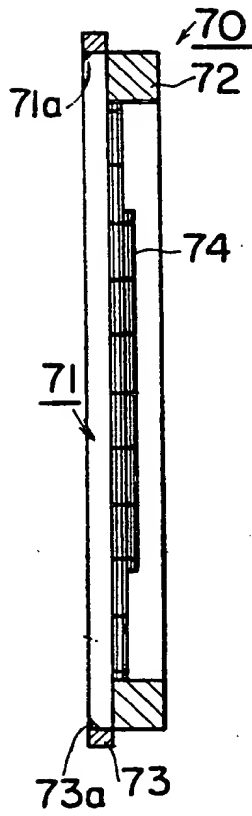


図5(b)

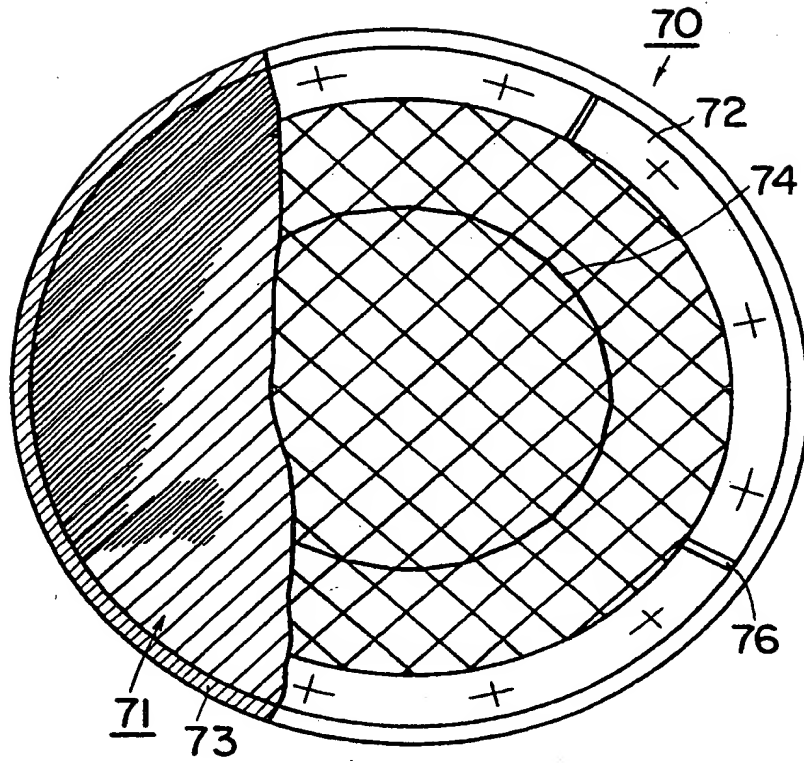
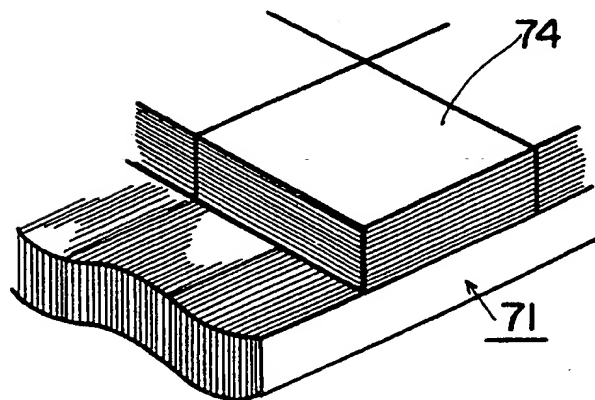


図5(c)



6 / 18

図6(a)

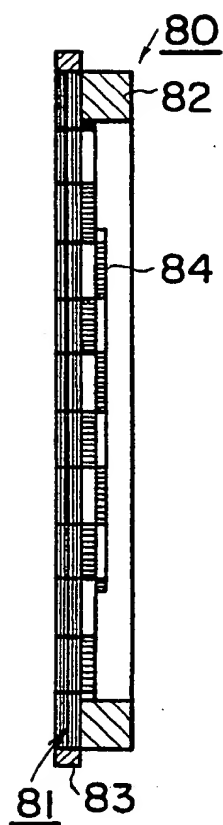


図6(b)

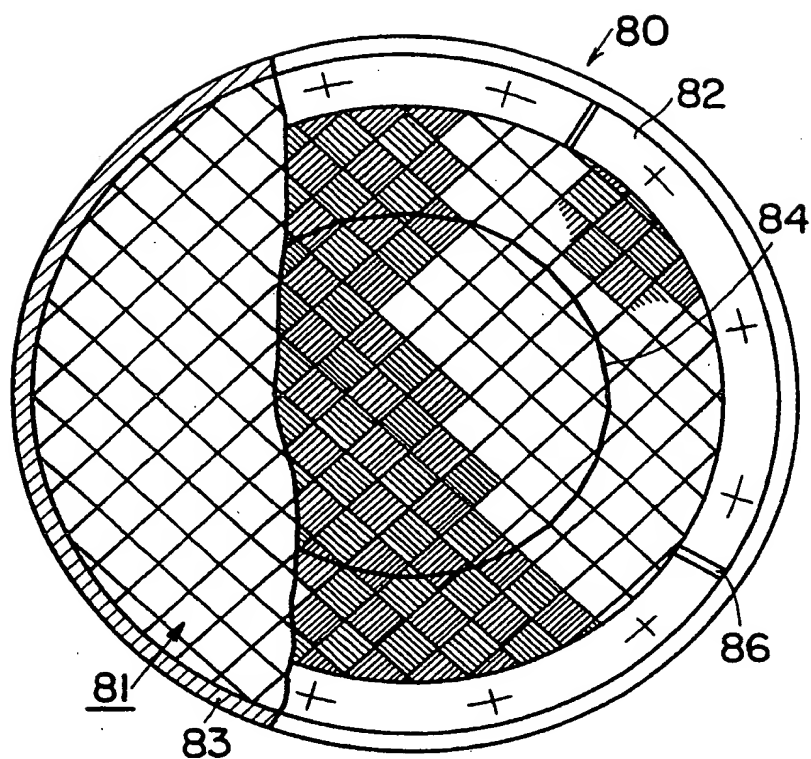
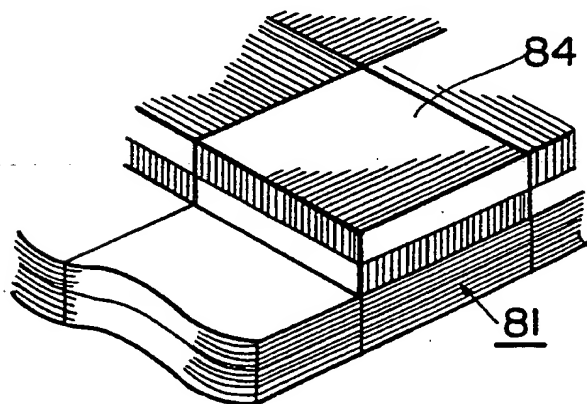


図6(c)



7 / 18

図7

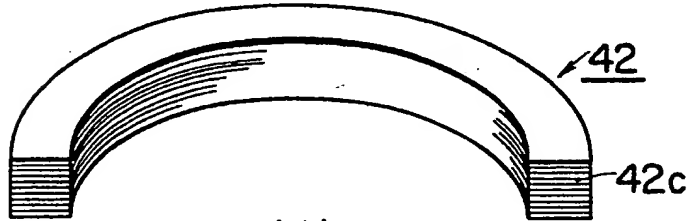
(a)



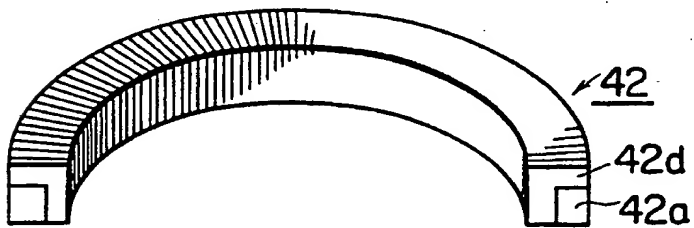
(b)



(c)



(d)



(e)



8 / 18

図8

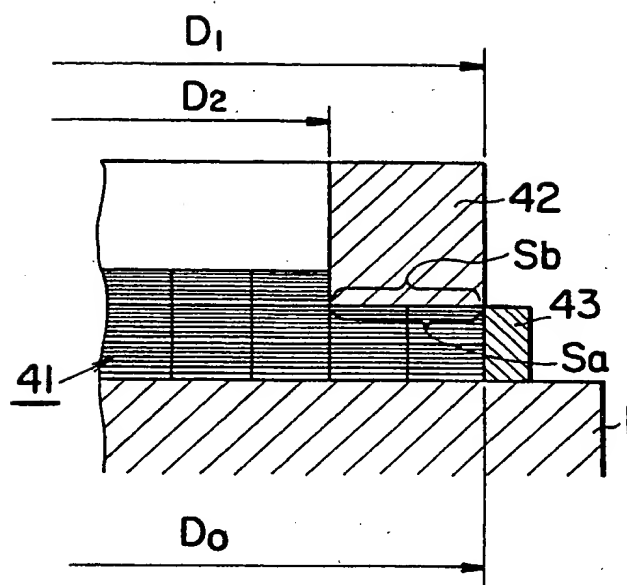
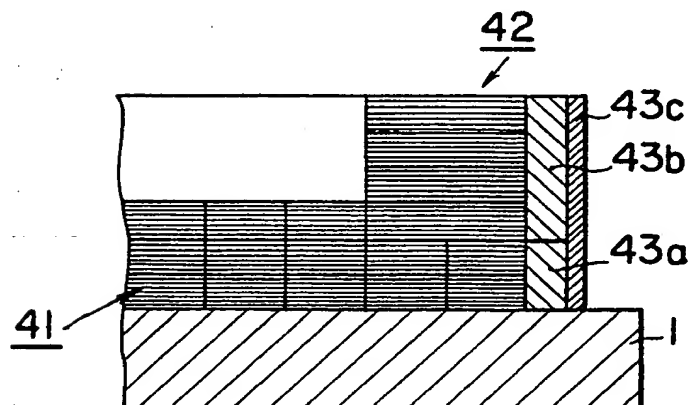


図9



9 / 18

図10(a)

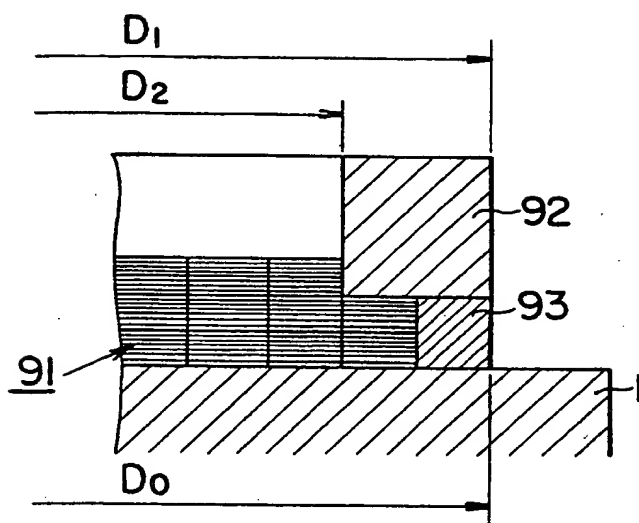


図10(b)

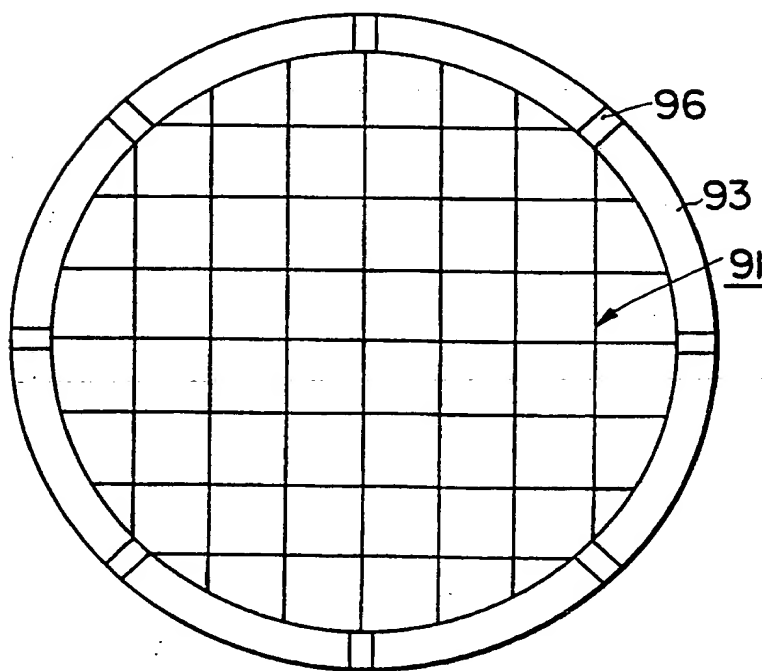


図11(a)

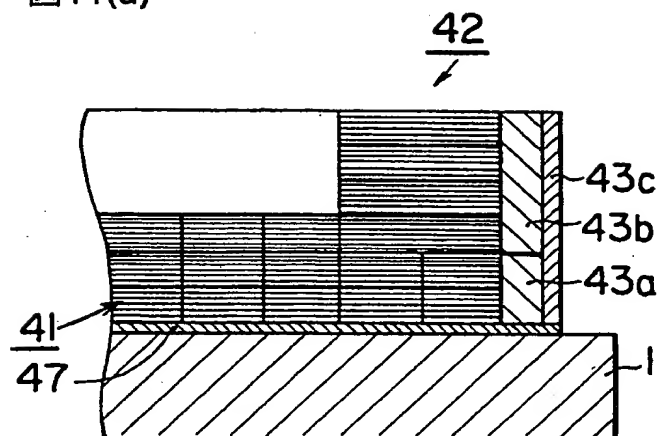
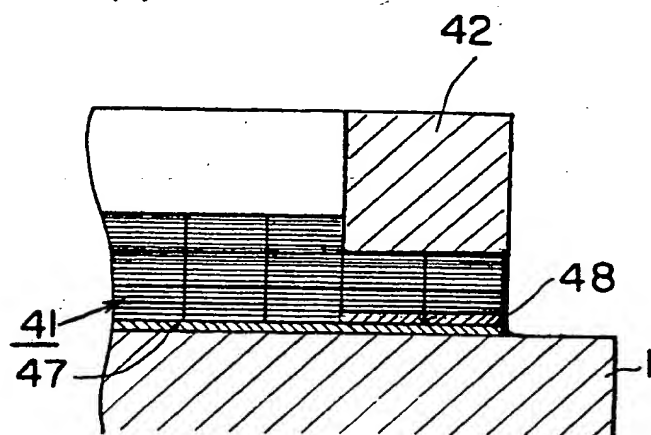


図11(b)



11 / 18

図12

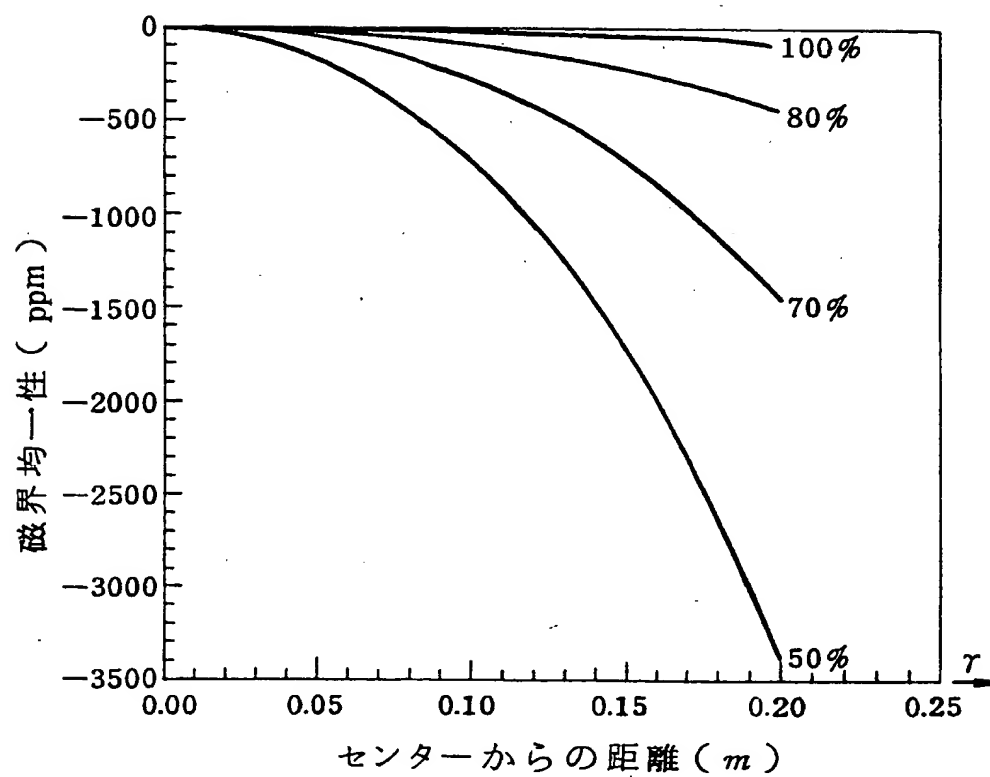


図13(a)

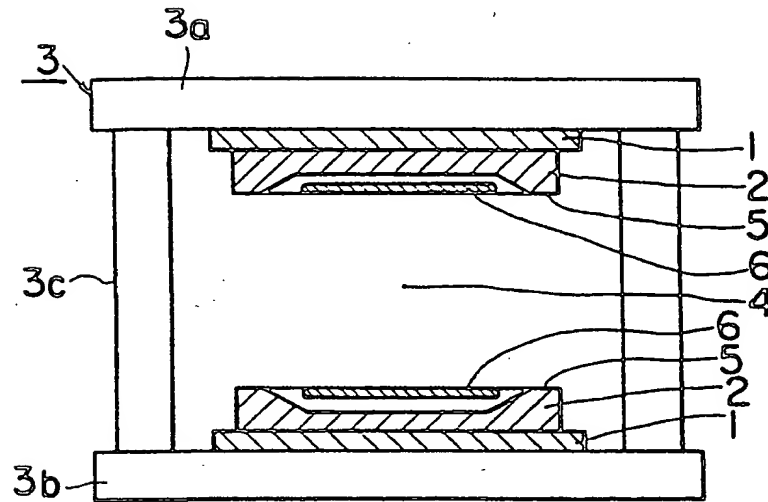


図13(b)

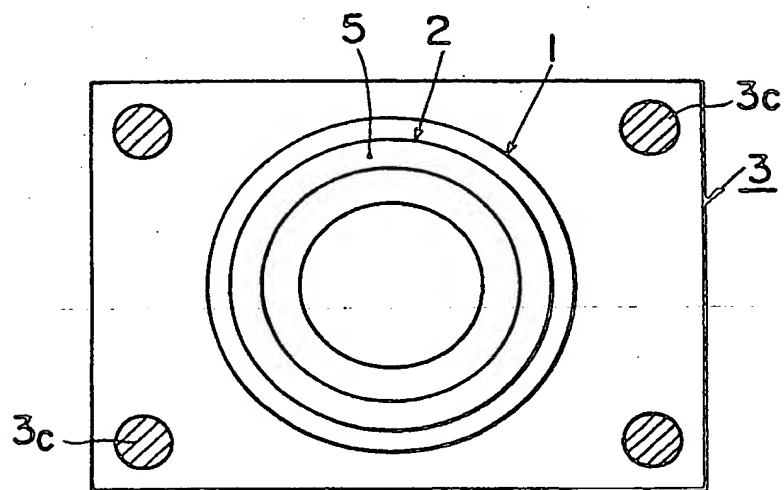


図14(a)

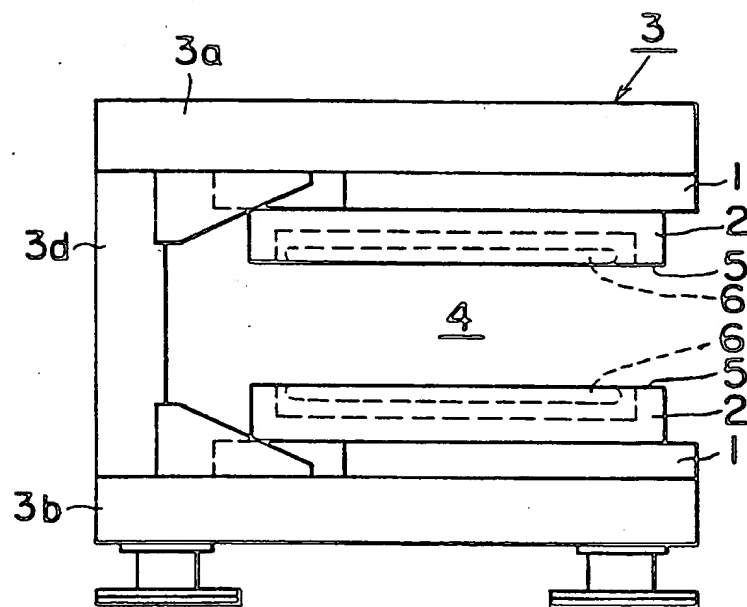
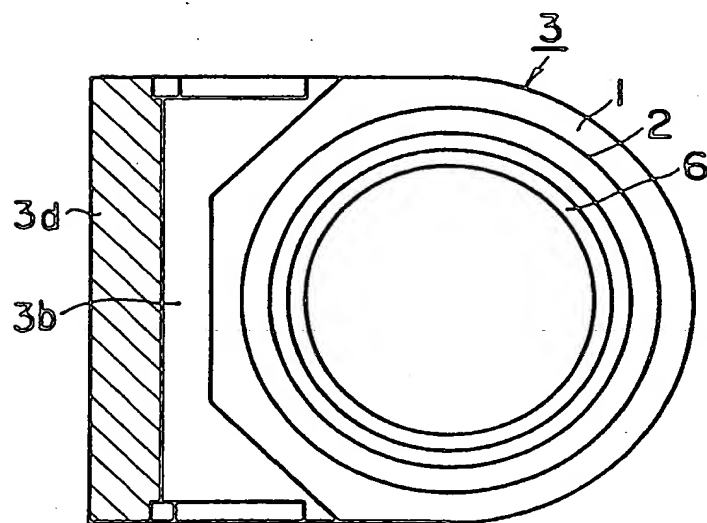
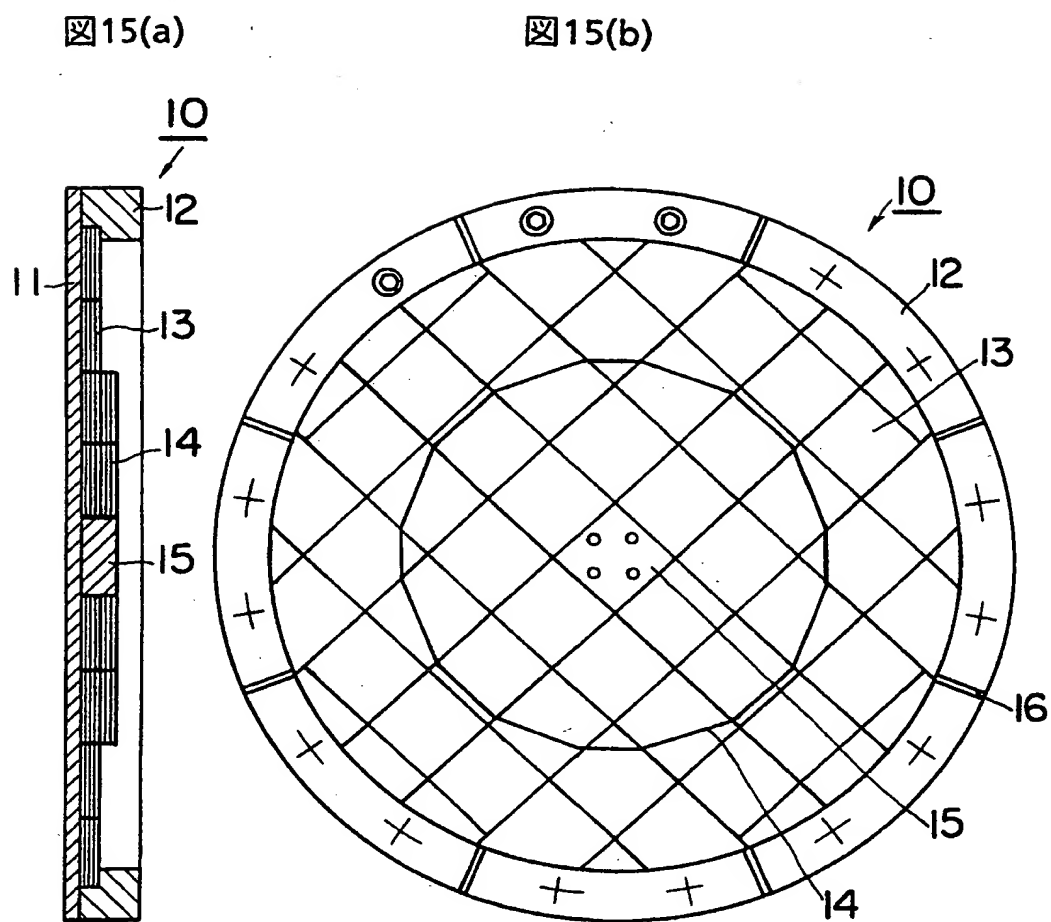


図14(b)



14 / 18



15 / 18

図16(a)

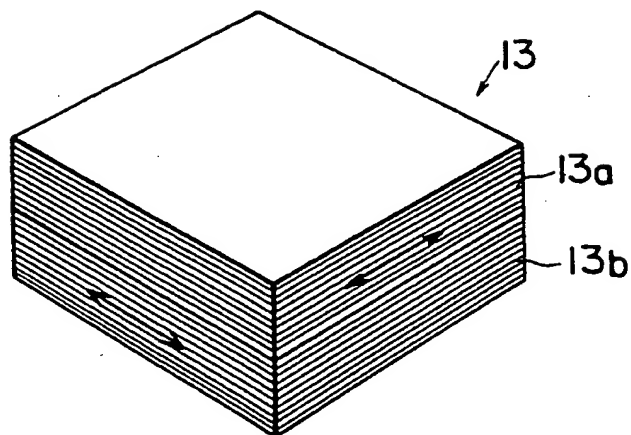
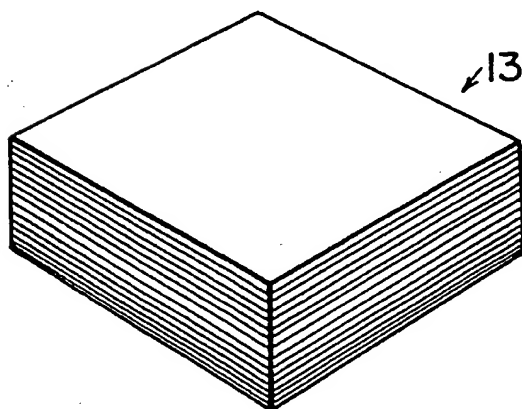


図16(b)



16 / 18

図17(a)

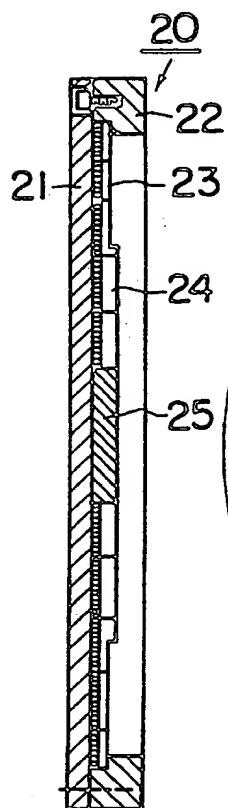


図17(b)

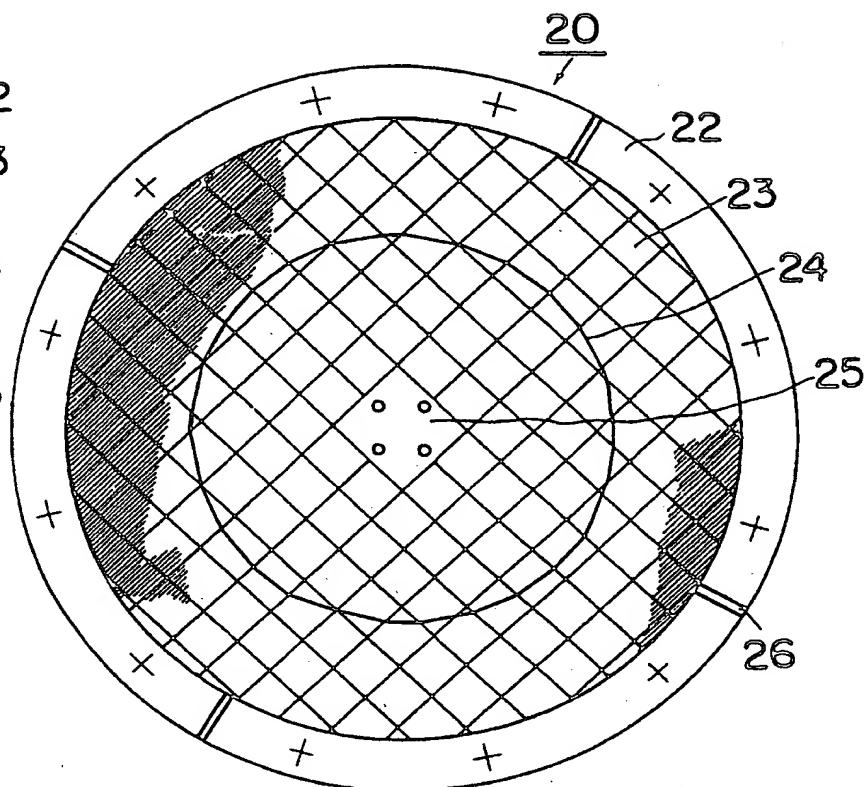


図17(c)

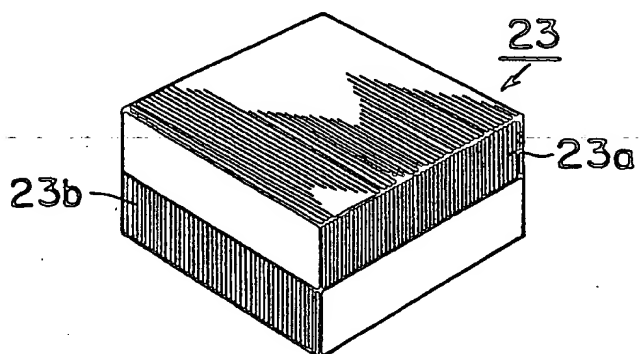


図18(a)

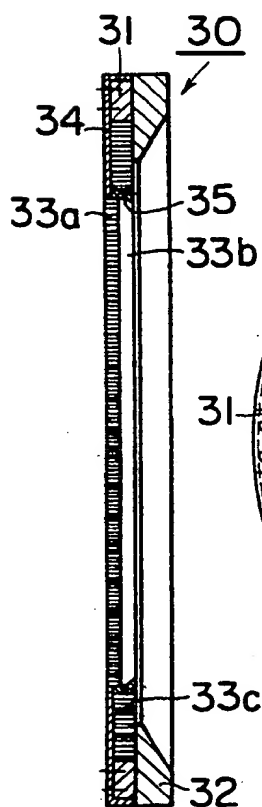


図18(b)

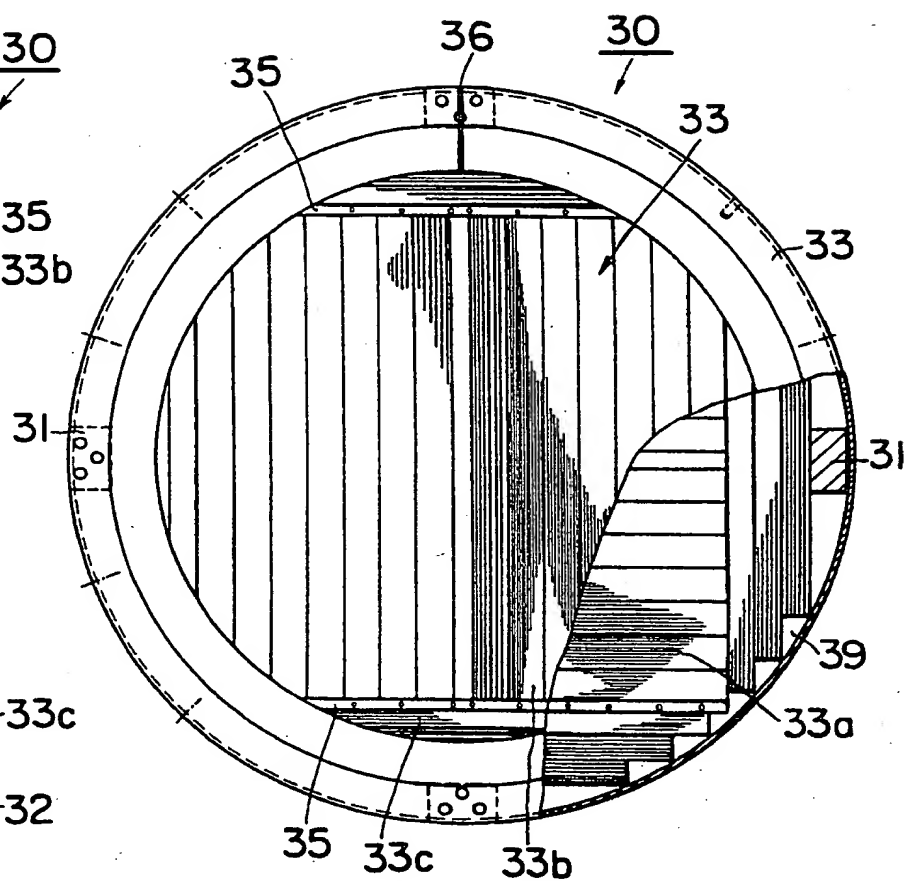
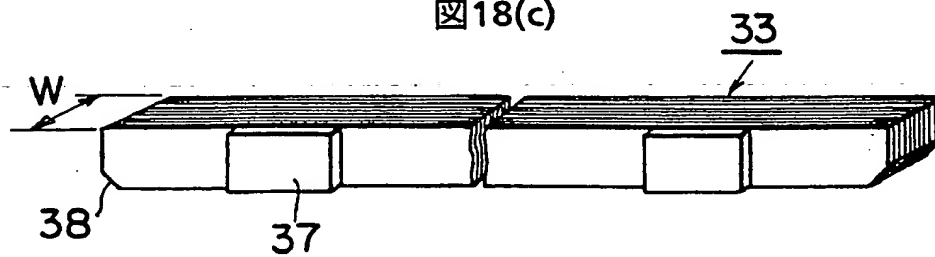


図18(c)



符号の説明

1	永久磁石構成体
2,10,20,30,40,50,60,70,80	磁極片
3	継鉄
3a,3b	板状継鉄
3c	柱状継鉄
3d	板状支持継鉄
4	空隙
5,12,22,32	環状突起部
6,23a,23b	傾斜磁界コイル
11,21	磁性ベース部材
13,23	ブロック状積層体
13a,13b,23a,23b	小ブロック
14,24,44,54,64,74,84	凸状突起部
15,25	軟鉄製コア部
16,26,36,46,56,66,76,86,96	スリット
31	固定ブロック
33,33a,33b,33c	杆状積層体
34	環状支持部材
35	固定板
37	絶縁材
38,71a	面取部
39	空間
41,51,61,71,81,91	本体部
41a,41b	接続端面(側面)部
42,52,62,72,82,92,93	磁性環状突起部
42a	バルク状磁性材
42b,42c,42d,42e	けい素鋼板
43,43a,43b,43c,53,63,73,83	非磁性環状支持部材
47	磁性薄板
48	偏平リング状磁性板
73a	支持部

EP

PCT



国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 30P99014	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/01944	国際出願日 (日.月.年) 13.04.99	優先日 (日.月.年) 14.04.98
出願人(氏名又は名称) 住友特殊金属株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

- a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。
- b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
 第 1a.b.c 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。 ☐ なし
☐ 出願人は図を示さなかった。
☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/01944

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁶ A61B5/055, Int. Cl. ⁶ G01R33/383, Int. Cl. ⁶ H01F7/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁶ A61B5/055, Int. Cl. ⁶ G01R33/383, Int. Cl. ⁶ H01F7/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-1997年
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L "MRI" * {SILICON(W)STEEL}

JOIS "MRI" * {"POLE" + "SILICON" + "磁極片" + "ケイ素鋼版"}

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP, 4-82536, A (株式会社東芝) 16. 3月. 1992 (16. 03. 92), 第2頁右 上欄第6行-右下欄第9行, 及び Fig. 1-3 (ファミリーなし)	1, 8, 11 2-7, 9, 10
A	JP, 5-182821, A (住友特殊金属株式会社) 23. 7月. 1993 (23. 07. 9 3), 第4頁左欄第34行-第5頁左欄第1行, 及び Fig. 1-2 & JP, 256159 1, B2	1-11
A	JP, 8-31635, A (住友特殊金属株式会社) 2. 2月. 1996 (02. 02. 96), 第4頁左欄第20行-第7頁左欄第6行, 及び Fig. 1-3 & US, 5631616, A	1-11
A	JP, 4-138131, A (住友特殊金属株式会社) 12. 5月. 1992 (12. 05. 9 2), & US, 5283544, A & EP, 479514, A1 & JP, 9-117431	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 04. 99

国際調査報告の発送日

11. 05. 99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上博之

印

2W

9604

電話番号 03-3581-1101 内線 3291

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 4-138132, A (住友特殊金属株式会社) 12. 5月. 1992 (12. 05. 92), & US, 5283544, A & EP, 479514, A1 & JP, 9-117432	1-11
A	JP, 5-144628, A (信越化学工業株式会社) 11. 6月. 1993 (11. 06. 93), 第2頁右欄第40行-第3頁右欄第23行, 及び Fig. 1-3 (ファミリーなし)	1-11